Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО Тюменский государственный архитектурно-строительный университет

КАФЕДРА ЭКОЛОГИИ

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по дисциплине «Анализ методики проведения санитарно-экологического состояния объекта»

Выполнил: студентка группы: з/о уск.

ООС и РИПС

Курс: 2

Кренинг Н.С.

Проверил:

к.т.н., доцент Германова Т.В.

Тюмень 2010

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

1. Воздействие источников шума

1.1 Основные физические характеристики шума

1.2 Медико-биологический аспект

1.2.1 Действие слышимого звука на клетки и ткани организма животных

1.2.2 Действие шума на организм человека и животных

1.3 Нормирование шума

1.4. Определение уровней звукового давления в расчетных точках

1.4.1 Характеристика объекта как источника шумового загрязнения

1.4.2 Инвентаризация источников шумового загрязнения в составе объекта

1.4.3 Выбор расчетных точек на территории

1.4.4 Расчет точечных источников

1.4.5 Шумозащитные мероприятия

1.5 Определение границ СЗЗ

1.6 Расчет ожидаемых уровней транспортного шума от линейных источников

1.6.1 Выбор конструкций наружных ограждений шумозащитных зданий

2. РАДИАЦИЯ

2.1 Общие сведения о радиации

2.1.1 Из истории радиации

2.2 Строение атома

2.3 Доза облучения

2.4 Уровни доз облучения населения

2.5 Описание урана и его изотопа, урана-238

2.5.1 Химические и физические свойства Урана

2.5.2 Нахождение в природе

2.5.3 Изотопы

2.5.4 Получение

2.5.5 Обеднённый уран

2.5.6 Физиологическое действие

2.5.7 Добыча урана в мире

2.5.8 Применение

2.5.9 Цепочка распада урана-238

2.6 Биологические эффекты радиации

2.7 Решение задач по радиации

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**ВВЕДЕНИЕ**

Курсовой проект на тему «санитарно-экологическая оценка объекта». Объектом оценки является жилое здание, которое подвергается негативному воздействию точечных и линейных источников шума. Тема является актуальной так как **шумовое воздействие** - одна из форм вредного физического воздействия на окружающую природную среду. Загрязнение среды шумом возникает в результате недопустимого превышения естественного уровня звуковых колебаний. С экологической точки зрения в современных условиях шум становится не просто неприятным для слуха, но и приводит к серьезным физиологическим последствиям для человека. В урбанизированных зонах развитых стран мира от действия шума страдают десятки миллионов людей. Естественные природные звуки на экологическом благополучии человека, как правило, не отражаются. Звуковой дискомфорт создают антропогенные источники шума, которые повышают утомляемость человека, снижают его умственные возможности, значительно понижают производительность труда, вызывают нервные перегрузки, шумовые стрессы и т. д. Официальные данные свидетельствуют, что в России примерно 35 млн. человек (или 30 % городского населения) подвержены существенному, превышающему нормативы, воздействию транспортного шума. От авиационного шума страдают несколько миллионов человек. При взлете самолетов наиболее шумных типов (ИЛ-76, ИЛ-86 и др.) авиационный шум с максимальным уровнем 75 дБ фиксируется на расстоянии более 10 км от аэропорта. Шумовое воздействие в крупных индустриальных городах мира - одна из наиболее острых экологических проблем современности. Подсчитано, что более половины населения Западной Европы проживает в районах, где уровень шума составляет 55-70 дБ.

Многочисленные эксперименты и практика подтверждают, что антропогенное шумовое воздействие неблагоприятно сказывается на организме человека и сокращает продолжительность его жизни, ибо привыкнуть к шуму физически невозможно. Человек может субъективно не замечать звуки, но от этого разрушительное действие его на органы слуха не только не уменьшается, но и усугубляется.

Шумовое антропогенное воздействие небезразлично и для животных. В литературе имеются данные о том, что интенсивное звуковое воздействие ведет к снижению удоев, яйценоскости кур, потере ориентирования у пчел и к гибели их личинок, преждевременной линьке у птиц, преждевременным родам у зверей, и т. д. В США установлено, что беспорядочный шум мощностью 100 дБ приводит к запаздыванию прорастания семян и к другим нежелательным эффектам.

Для оценочного определения вида шумового поля на всей территории плана должен быть произведён расчёт шумовых характеристик с разбиением территории на расчетную область.

При выполнении курсовой работы необходимо решение следующих задач:

*Часть 1 «Воздействие источников шума»*

* создание пространственной схемы расположения объектов расчёта на территории;
* сбор и оценка информации о пространственных и технологических характеристиках источников шума, препятствий, расчётных точек;
* расчёт акустического воздействия от точечных и линейных источников шума на территории;
* расчёт проникающего в помещение внешнего шума точечных и линейных источников;
* расчёт требуемого снижения уровней звуковой мощности для источников постоянного шума;

Таким образом, необходимо:

1.Расставить источники шума (ИШ).

2. Расставить расчётные точки (РТ).

3. Расставить здания и шумозащитные экраны на плане местности.

4. Произвести расчёт в источниках шума и расчетных точках.

5. Нанести границы СЗЗ.

*Часть 2 «Радиационное воздействие»*

* Привести общие сведения о радиации;
* Описать негативное воздействие радиации;
* Описать радиоактивный элемент и его изотоп;
* Привести цепочку распада изотопа;
* Рассчитать массу и активность данного изотопа.

Курсовой проект состоит из двух разделов: шумовая характеристика объекта и радиация.

В первом разделе курсового проектарассматриваются основные физические характеристики шума, медико-биологический аспект. Физиологическое действие вибрации и шума на организм, такое какдействие слышимого звука на клетки и ткани организма животных, действие шума на организм человека и животных. В пункте 1. 3. Говорится о нормирование шума.

В расчетной части этого раздела рассчитывается шум от точечных и линейных источников. Производится сравнение с допустимыми нормами, и предлагаются мероприятия по устранению превышений по шуму от источников.

Во второй части курсового проекта говорится о радиации, приводятся общие сведения о ней. Говорится об уровнях доз облучения. Более подробно рассматривается элемент уран и его изотоп, уран -238. Приводится цепочка его распада. А также физиологическое действие радиации.

# Расчетная часть второго раздела включает две задачи, где требуется определить массу изотопа урана-238 и его активность.

**1. Воздействие источников шума**

**1.1 Основные физические характеристики шума**

*Шумом* называют всякий неприятный, нежелательный звук или совокупность звуков, мешающих восприятию полезных сигналов, нарушающих тишину, оказывающих вредное или раздражающее воздействие на организм человека, снижающих его работоспособность.

Следует отметить, что под термином «*шум окружающей среды*» понимается общий шум в данной ситуации в рассматриваемый интервал времени, обычно состоящий из шумов (звуков) от многих источников, близких и удаленных.

Конкретным (определенным) шумом называется составляющая шума окружающей среды, которую можно выделить, пользуясь средствами акустических измерений, и которую можно соотнести с определенным источником шума.

Иногда шум окружающей среды, остающийся в данном месте и в данной ситуации, когда один или несколько конкретных источников шума подавлены, называют остаточным (фоновым) шумом.

Начальным шумом называют шум окружающей среды, превалирующий в данном месте до каких-либо изменений в шумовой ситуации.

*Звук* как физическое явление представляет собой волновое колебание упругой среды. Звуковые волны возникают в том случае, когда в упругой среде имеется колеблющееся тело или когда частицы упругой среды (газообразной, жидкой или твердой) приходят в колебательное движение в продольном или поперечном направлении в результате воздействия на них какой-либо возмущающей силы. Как физиологическое явление звук определяется ощущением, воспринимаемым органом слуха при воздействии на него звуковых волн. В газообразной среде (воздухе) могут распространяться только продольные волны, в которых частицы среды колеблются вдоль направления распространения волн. Направление распространения звуковой волны называют звуковым лучом. Фронт волны перпендикулярен звуковому лучу. В общем случае фронт волны имеет сложную форму, но в практических случаях ограничиваются рассмотрением трех видов волн: плоской, сферической и цилиндрической.

Звуковые волны распространяются с определенной скоростью, называемой скоростью звука (с). В газообразных средах скорость звука зависит в основном от их плотности и атмосферного давления. Скорость звука в воздухе при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении равна 344 м/с.

Область пространства, в которой распространяются звуковые волны, называют звуковым полем. Физическое состояние среды в звуковом поле или, точнее, изменение этого состояния, обусловленное наличием звуковых волн, характеризуется обычно звуковым давлением*(р),* т. е. разностью между значением полного давления и средним статическим давлением, которое наблюдается в воздухе при отсутствии звукового поля. Звуковое давление, изменяющееся во времени от нуля до максимальной величины, оценивают не мгновенной величиной, а среднеквадратичным значением за период колебания. Звуковое давление представляет собой силу, действующую на единицу поверхности. Единица измерения звукового давления— паскаль (1 Па = 1 Н/м2).

*Длиной звуковой волны* называют расстояние, измеренное вдоль направления распространения звуковой волны между двумя ближайшими точками звукового поля, в которых фаза колебаний частиц среды одинакова. В изотропных средах длина волны *λ*связана с частотой *f* и скоростью звука *с* простой зависимостью *λ =c/f.*

Частоты акустических колебаний в пределах от 16 до 20 000 Гц называют звуковыми, ниже 16 Гц — инфразвуковыми, а выше 20 000 Гц — ультразвуковыми. Звуковые частоты делят на низкие, средние и высокие. Примерная граница между низкими и средними частотами составляет 200—300 Гц, между средними и высокими 1000—1250 Гц. На (рисунке №1, приложение Б) для наглядности приведена зависимость длины волны от частоты.

Самым простым звуком является «тон», относящийся к определенному звуковому колебанию без каких-либо сопутствующих колебаний и имеющий вид синусоиды. Если звуки состоят из нескольких тонов, частоты которых находятся между собой в целых кратных отношениях, то они называются музыкальными звуками. Звуки, состоящие из бессистемного сочетания чистых тонов, частоты которых не подчинены определенным числовым отношениям, называются шумами. Под шумом может пониматься и любой звук, оказывающий неблагоприятное влияние на человека, которое в общем случае зависит не только от вида звука, но и от продолжительности и обстановки его воздействия.

Количество энергии, переносимой волной в звуковом поле в 1с через площадь в 1 м2, перпендикулярной распространению волны, называется силой звука и измеряется в Вт/м2.

Между силой звука *I* (Вт/м2) и звуковым давлением *р* (Па) существует связь, выражаемая уравнением:

*I* = *р*2⋅ (*ρ*⋅*с*)-1.

Минимальная величина звукового давления, которую ощущает ухо человека, носит название порога слышимости или ощущения и обозначается *р*0. Максимальное давление, создающее болевые ощущения, называется болевым порогом и обозначается *р*max. Аналогично имеются значения пороговых сил звука *I* и *I*max. Значения *р* и *I* на обоих порогах изменяются в зависимости от частоты.

Международной организацией по стандартизации за пороговые значения *р*0, *рmax*, *I*0 и *Imax* приняты значения на частоте 1000 Гц:

*р0 = 2 ⋅ 10-5*Па*, I0 = 10-12*Вт/м2 *,*

*рmax = 2 ⋅ 10-2*Па*, Imax = 102*Вт/м2*.*

Величины звукового давления и силы звука, с которыми приходится иметь дело в практике борьбы с шумом, могут меняться в широких пределах: по давлению до 108 раз, по силе звука до 1016 раз. Естественно, что оперировать такими цифрами неудобно, и, кроме того, орган слуха человека способен реагировать на относительное изменение давления, а не на абсолютное. Ощущения человека, возникающие при, различного вида раздражениях, в том числе и при шуме, пропорциональны логарифму количества энергии раздражителя (закон Вебера-Фехнера), поэтому были введены логарифмические величины – уровни звукового давления и силы звука в децибелах (дБ).

Уровень звукового давления *L,* дБ, определяется по формуле:

L = 10lg(*p*2/ *po****2***) = 20lg(*p*/*po*),(1)

где *р* — звуковое давление, Па;

*po*— пороговое звуковое давление, равное 2\*10-5 Па.

Каждому удвоению звукового давления соответствует изменение уровня звукового давления на 6 дБ. Логарифмические единицы уровней звукового давления являются не абсолютными, а относительными и потому безразмерными единицами. Однако после того как пороговое значение *р0* было стандартизовано, определяемые относительно него уровни звукового давления приобрели смысл абсолютных значений, так как они однозначно характеризуют соответствующее значение звукового давления. В (табл.№3, приложение А) приведены средние значения, уровней звукового давления ряда источников шума.

Уровень звуковой мощности *LP*, дБ, определяется по формуле

LP = 101g(*P/P0*),(2)

где *Р* — звуковая мощность, Вт;

*Ро*— пороговая звуковая мощность, равная 2\*10-12 Вт.

В практических расчетах все вычисления проводятся до целых чисел децибел, так как изменение уровня звукового давления менее 1 дБ органом слуха не воспринимается.

Весь слышимый диапазон на стандартной частоте 1000 Гц укладывается в интервале уровней от 0 до 120 дБ. При больших значениях уровней человек вместо звука испытывает боль в ушах.

Абсолютные значения звукового давления, а, следовательно, и его уровня на частотах, отличных от 1000 Гц имеют другие численные значения, что особенно заметно на пороге слышимости (рисунок № 2, приложение Б).

Значения уровней звукового давления, выраженные в децибелах, не позволяют судить о физиологическом ощущении громкости. Вследствие этого для физиологической оценки шума приняты кривые равной громкости (см. рисунок №2, приложение Б), полученные по результатам изучения свойств органа слуха оценивать звуки различной частоты по субъективному ощущению громкости, определяя, какой из них сильнее или слабее (громче или тише). За единицу уровня громкости, называемую фоном, принимается разность уровней звукового давления в один децибел эталонного звука частотой 1000 Гц. Следовательно, уровень громкости является функцией звукового давления и частоты. Каждая кривая представляет собой геометрическое место точек, координаты которых – уровень звукового давления и частота – обеспечивают одинаковую громкость звуков.

Для стандартной частоты 1000 Гц уровни звукового давления (силы звука) и громкости численно равны, в то время как для других частот равенства не наблюдается. В соответствии с кривыми звук частотой 100 Гц и уровнем 52 дБ воспринимается в сравнении со звуком частотой 1000 Гц и уровнем 21 дБ как равно громкий. Уровень громкости при этом составляет 21 фон. Пользуясь кривыми равной громкости, можно определить уровень громкости звука на любой частоте, если известно его значение уровня звукового давления в децибелах.

Звуковая энергия, излучаемая источником шума, распределена по частотам. Поэтому необходимо знать частотный спектр, т. е. значения уровней звукового давления или уровней звуковой мощности на отдельных частотах. Спектр случайных или непериодических процессов, которые характерны для значительного большинства источников шума в городах, является сплошным, поэтому он обычно представляется в полосах частот определенной ширины (Δ*f*). Эти полосы ограничиваются нижней *f1*и верхней *f*2 граничными частотами. За среднюю частоту полосы обычно принимают среднегеометрическую частоту *f:*

**



При проведении акустических расчетов и измерениях шумов чаще всего используют октавные полосы частот. Октавной полосой частот называется полоса частот, у которой отношение граничных частот *f2/f1=*2*.*

Если , *f2/f1*= = 1,26, то ширина полосы равна 1/3 октавы. Акустические расчеты, измерения и нормирование шума в городах производятся в звуковом диапазоне частот от 45 до 11200 Гц. Этому диапазону соответствуют октавные полосы частот с граничными среднегеометрическими частотами, указанными в (рисунок № 2, приложение А).

Уровни звукового давления или звуковой мощности, отнесенные к октавным полосам частот, называют октавными уровнями, а уровни, отнесенные ко всем полосам частот — общими уровнями.

Для оценки шума одним числом, учитывающим субъективную оценку его человеком, в настоящее время широко используется «уровень звука» (в дБА) — общий уровень звукового давления, измеряемый шумомером на кривой частотной коррекции*А,* характеризующей приближенно частотную характеристику восприятия шума человеческим ухом. (Эта кривая коррекции *А* соответствует кривой равной громкости с уровнем звукового давления 40 дБ на частоте 1000 Гц). Относительная частотная характеристика кривой коррекции *А* приведена в (таблице № 5, приложение А).

В практике борьбы с шумом часто бывает необходимо сложить уровни звукового давления (уровни звука) двух или более источников шума, найти средний уровень или по октавным уровням рассчитать общий уровень звукового давления. Сложение уровней производится с помощью (таблицы № 6, приложение А).

Последовательное сложение уровней звукового давления (уровней звука) начинают с максимального уровня. Сначала определяют разность двух складываемых уровней, а затем из установленной разности по табл. 6 находят добавку, которую прибавляют к большему из складываемых уровней. Аналогичное действие проводят с указанной суммой двух уровней и третьим уровнем и т. д.

Шум большинства городских источников включает звуки почти всех полос частот слухового диапазона, но отличается разным распределением уровней звукового давления по частотам и неодинаковым изменением их по времени. Классификация шумов, действующих на человека, производится по их спектральным и временным характеристикам.

По виду спектра шумы могут быть разбиты на низкочастотные с максимумом звукового давления в области частот ниже 300 Гц, среднечастотные с максимумом звукового давления в области частот 300—800 Гц и высокочастотные с максимумом звукового давления в области частот выше 1000 Гц. По временным характеристикам шумы подразделяются на постоянные, уровень звука которых изменяется во времени не более чем на 5 дБА, и непостоянные, уровень звука которых изменяется во времени более чем на 5 дБА.

К постоянным шумам относятся шумыпостоянно работающих насосных, вентиляционных и компрессорных установок, а также инженерного и технологического оборудования промышленных предприятий (воздуходувок, испытательных стендов и др.).

Непостоянные шумы можно подразделить на колеблющиеся во времени, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени; прерывистые, уровень звука которых резко падает до уровня фонового шума несколько раз за время наблюдения, причем длительность интервалов, в течение которых уровень звука остается постоянным и превышающим уровень фонового шума, составляет 1 с и более, и импульсные, состоящие из одного или нескольких следующих друг за другом звуковых импульсов длительностью менее 1 с. К непостоянному колеблющемуся шуму относится шум автомобильного транспорта, к прерывистым шумам — шум железнодорожного транспорта, холодильных установок, а также некоторых непостоянно работающих установок промышленных предприятий. К импульсным шумам можно отнести шум пневматических молотков, кузнечнопрессового оборудования, сваебойных машин.

Методы оценки шума зависят в первую очередь от его временного характера. Постоянный шум оценивается в уровнях звукового давления *L*в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Этот метод оценки постоянного шума является основным. Для оценки непостоянных шумов, а также для ориентировочной оценки постоянных шумов используют уровень звука в дБА. Необходимо отметить, что для оценки шумов в городах преимущественно применяют уровни звука.[[1]](#footnote-1)[1]

**1.2 Медико-биологический аспект**

**Физиологическое действие вибрации и шума на организм**

На протяжении миллионов лет развития человеческого общества никогда, ни при одной цивилизации не возникало проблемы биологически опасного действия для человека звука и вибрации. Лишь грозные явления природы: громы, молнии, землетрясения, цунами и другие виды стихий, наводили на людей ужас своей мощью и таинственностью. И вот, спустя миллионы лет эволюции, впервые в XXвеке возникла вполне реальная угрозабиологическому благополучию человека от действия различных форм механической энергии (звук, вибрация и давление). Эту угрозу принесла современная цивилизация, ее научно-техническая революция. Социальный фактор нарушил веками складывавшиеся, жизненно необходимые взаимоотношения биологических процессов с действием механических факторов. Возникла биосоциальная, проблема, которую в общем виде можно сформулировать как проблему нарушения взаимоотношений биологических и социальных факторов в жизни человека. Социальный фактор все в большей степени стал определять конечный результат взаимодействия человека с окружающей средой. Именно социальный фактор породил условия, при которых звук и вибрация становятся источником патологии, угрожая не только здоровью людей, но, что более опасно, биологической судьбе последующих поколений.

### 1.2.1 Действие слышимого звука на клетки и ткани организма животных

Часть открытия прямого действия слышимого звука на клетки и ткани организма принадлежит Д.Н. Насонову и К.С. Равдонику. Звуковое воздействие, по мнению Д.Н. Насонова, связано с денатурацией протоплазматических белков. Д.Н. Насонов вполне логично сделал предположение, что звук может вызывать повреждения не только слуховых рецепторов, но и любых других клеток.

Теперь, спустя уже почти полвека, такой путь мышления кажется излишне сложным. Действие слышимого звука можно постулировать исходя из наличия механорецепторов у животных всех уровней эволюционного развития. Невозможно себе представить появление в эволюции звукорецепторов, если протоплазма живых клеток была бы инертной к действию звука; к тому же совсем необязательно, что этот звук непременно вызывал денатурационные явления. В настоящее время уже не столь важно, какой логический путь привел к открытию биологического действия звука. Наука пользуется плодами этого открытия, отдавая благодарную дань его автору, а путь, приведший к этому открытию, представляет только исторический интерес.

Основные данные получены в опытах на портняжной мышце лягушки. Изолированные мышцы подвергались озвучиванию различной частотой и интенсивностью. Мерой оценки биологического действия звука служила величина связываемого мышцей красителя: чем сильнее мышца окрашивается, тем она более повреждена. Первые же опыты показали, что действительно звук вызывает довольно значительные повреждения мышечной ткани. Следовательно, звук является биологически эффективным фактором внешней среды. Эти опыты были повторены, и результаты оказались идентичными.

Наряду с этим фундаментальным фактом исследования биологического действия звука позволили получить ряд новых данных, которые представляют не только существенную теоретическую, но и практическую значимость. Было, в частности, показано, что максимальный эффект действия звука в пределах интенсивности от 95 до 120 дБ наблюдается при частоте 2500— 3600 Гц. Удивительным здесь является то, что звуковая частота в 2.5—3.5 кГц является оптимальной для восприятия звука человеческим ухом. Значит, рецепторные клетки органов слуха человека и изолированные из организма мышцы лягушки настроены на одну частоту. По мнению Д.Н. Насонова, этот факт может быть объяснен с точки зрения резонанса. В рецепторных клетках органа слуха, как и в мышцах, подвергавшихся исследованию, имеются структуры (например, белковые), которые резонируют одну и ту же звуковую частоту, в результате чего в рецепторных клетках наступает возбуждение, а в мышечной ткани (в данном случае) наблюдается альтерация структуры, которая и сопровождается усилением окрашиваемости. Максимальный эффект биологического действия звука с частотой 2.5—3.5 кГц наблюдается также на нервных клетках спинальных ганглиев кролика. Здесь, однако, следует оговориться, что частотный максимум эффективного действия звука для разных клеток не обязательно должен быть один и тот же. Более того, он непременно должен быть различным хотя бы потому, что во всем животном царстве оптимальные частоты воспринимаемых колебаний необычайно разнообразны: от нескольких единиц до сотен тысяч герц.

Клетки состоят из различных структур, субклеточных компонентов с различным содержанием воды, растворенных в ней веществ. В связи с этим уже априори можно ожидать, что различные клетки будут обладать различной чувствительностью к одной и той же частоте звука. Другая особенность биологического действия звука заключается в абсолютной величине его энергии. Относительно интенсивностей давлений: переменного (при звуке) и статического (гидростатического). Пользовались лишь теоретической величиной давления, соответствующей, например, 120 дБ=204 дин/м2. Однако в опытах Насонова и Равдоника мышца при озвучивании находилась в растворе красителя. Следовательно, звук должен был проникнуть через определенный слой раствора красителя. Известно, что при встрече со средой большей плотности, например с водной поверхностью, звук отражается более чем на 90 %. Звуковые колебания, поступившие в водную среду, теряют интенсивность не менее чем на порядок. Из этого следует, что интенсивность звукового давления, действующего непосредственно на мышцу, по меньшей мере ,на порядок ниже теоретически значимой интенсивности. Это необходимо иметь в виду при оценке биологического действия переменного давления (звук и вибрации) и постоянного (гидростатического, атмосферного). Вероятно, эта разница в эффективности действия переменного и постоянного давления достигает 12—13 порядков.

Естественно, что наиболее важным является вопрос о действии звука на целый организм. Первую попытку подобных экспериментов предприняли с К.С. Равдоником на кроликах. Ставился вопрос: как реагируют различные нервные и другие клетки организма на мощный звук (орудийный залп, равный 200 дБ). Животные находились в 6 м от источника звука. Опыты показали, что даже через 4—6 ч после действия звука клетки и симпатических ганглиев, и чувствительные клетки спинальных ганглиев обнаруживали следы явного повреждения. Аналогичные результаты наблюдались на шейных ганглиях. Иной оказалась реакция эпителия роговицы глаза кролика. Казалось бы, клетки, пограничные с внешней средой, должны быть в первую очередь альтерированы звуковой волной. В действительности же, во всех опытах роговица озвученных кроликов связывает красителя меньше, чем в контроле. Приведенные результаты опытов показывают, что клетки и ткани организма далеко не индифферентны к звуку. Как известно, клетки симпатических ганглиев глубоко погружены в толщу ткани, и тем не менее, они довольно отчетливо и значительно повреждаются однократным действием мощных звуков. Более того, они оказались поврежденными и в тех случаях, когда улитка была предварительно разрушена. Следовательно, действие звука осуществлялось не через орган слуха, а непосредственно.

Опыты по действию звука на организм животных продолжили лишь 10 лет спустя и в несколько иной методике. Для общей проблемы патологического действия звука они представляют несомненный интерес. Опыты проводились на белых крысах. Была использована методика получения эпилепсии под влиянием мощных звуков. Возможно, что повышенная чувствительность к звуку, действие которого часто сопровождается судорожными приступами, каким-то образом обусловлено генетически. Не каждое животное реагирует на звук такими приступами. Вероятно, существует какая-то генетическая зависимость реакции животных на звук; в одном случае быстро наступают приступы судорожных движений (эпилепсии), у других особей таких приступов вызвать не удалось.

Сам по себе факт — наличие дифференциальной чувствительности к звуку у животных одного и того же вида, одного возраста, пола (самцы) — представляет несомненный интерес. Врачи постоянно встречаются с подобной загадкой биологии — индивидуальная чувствительность к факторам внешней среды, к фармакологическим средствам, к различным видам терапии и др.

Для опытов отбирались особи, у которых на звук появлялись однотипные характерные приступы эпилепсии. Ставилась задача выяснить, что происходит с различными по своему физиологическому назначению тканями и органами в результате эпилептических припадков, вызванных звуком?

Исследования показали, что звук мощностью 120 дБ в течение 3—5 мин вызывает у крыс ярко выраженный приступ эпилепсии с характерными при этом судорогами конечностей. Припадки повторяются и некоторое время после выключения звука. Опыты показали, что нейроны головного мозга находятся в состоянии повышенной возбудимости, о чем свидетельствует достоверное снижение окрашиваемости. Особенно значительные различия в снижении сорбционной способности по сравнению с контролем наблюдаются в коре мозга, подкорке и мозжечке. Напротив, почки сорбируют краситель на 32 *%* больше по сравнению с контролем, что указывает уже на структурные повреждения клетки. Поскольку эпилепсия — явление нервной природы, то, казалось бы, естественным ожидать значительных морфофункциональных нарушений самих нейронов мозга. Однако этого не наблюдается. Приступ «ограничивается» чрезмерным патологическим возбуждением нейронов, вероятно всей нервной системы организма, не вызывая при этом повреждения клеточных структур.

### 1.2.2 Действие шума на организм человека и животных

Человек в быту и на производстве постоянно находится под воздействием шума различных параметров.

Звуковые раздражения человек воспринимает звуковым анализатором — органом слуха. Звуковой анализатор представляет собой сложный механизм, обладающий высокой чувствительностью, способностью осуществлять тонкий анализ и синтез, выбирать из всей массы звуков полезные и защищать кору головного мозга от нежелательных вредных звуков.

По интенсивности все звуки можно разделить на три основные области. Первая область распространяется от слухового порога человека до уровней звукового давления 40 дБи охватывает весьма ограниченное количество сигналов внешней среды. Вследствие отсутствия повседневной тренировки звуковой анализатор мало чувствителен к восприятию звуков таких уровней. Вторая область включает уровни звукового давления от 40 до 80—90 дБи содержит основную массу полезных и бесполезных звуков окружающей среды; повседневное воздействие их приводит к созданию навыков восприятия. В пределах этой области расположены уровни звукового давления речи от шепота до самой громкой передачи по радио, музыкальные звуки, большинство шумов в быту и на производстве, предупредительные сигналы и т. д. В этой области наблюдается способность к наиболее тонкой дифференциации и анализу всех качеств звука.

Третья область охватывает уровни звукового давления от 80— 90 дБдо порога болевого ощущения звука (до уровня 120— 130 дБ*).* Благодаря развитию современной техники эти уровни начинают приобретать существенное значение в жизни человека. Сильный звуковой раздражитель выступает, с одной стороны, в качестве помехи, с другой,— в виде полезных сигналов. В этой области уровней звукового давления наблюдаются существенные отличия в деятельности звукового анализатора по сравнению с первой и второй областями. Важнейшее значение приобретает в третьей области явление утомления и в связи с этим фактор времени действия раздражителя.

Чувствительность слуха во время действия шума или звуков не остается без изменения. В условиях полной тишины чувствительность его возрастает, а под влиянием шумового воздействия снижается. Такая временная перестройка функции звукового анализатора, выражающаяся в некотором повышении порога слышимости, называется адаптацией слуха.

Временное умеренное понижение слуховой чувствительности является целесообразной приспособительной реакцией организма к условиям внешней среды и играет защитную роль против сильных и продолжительно действующих шумов.

Длительное воздействие шума или звука приводит к патологическому состоянию органа слуха и его утомлению, которое характеризуется не только более значительными сдвигами в чувствительности, но и более замедленной обратной адаптацией.

Утомление наступает при перераздражении звукового анализатора, является процессом длительным и в отличие от адаптации, которая способствует сохранению работоспособности, всегда снижает работоспособность анализатора; при частых и длительных перераздражениях в случае недостаточного отдыха наступают стойкие явления понижения функции, и выявляется картина шумовой (звуковой) травмы. Вредное влияние производственного шума на рабочих хорошо известно.

Предельная граница шума, при которой не повреждается орган слуха, в условиях производства составляет примерно 85— 90 дБ А*.* Под воздействием шума высокой интенсивности, превышающего на средних частотах 85—90 дБ*,* в органе слуха возникают явления утомления, которые могут перейти постепенно в тугоухость и глухоту, обнаруживаемые через несколько лет работы.

Однако и в повседневной жизни человек подвержен действию шума таких же высоких уровней. В результате постоянного длительного кумулятивного действия шума в условиях города может возникнуть хроническое расстройство слуховой функции.

Действие шума на организм человека может проявляться в трех основных направлениях:

1) воздействие шума на орган слуха;

2) воздействие шума на функции отдельных органов и систем (сердечнососудистая, пищеварительная, эндокринная, мышечная системы, вестибулярный аппарат, обменные процессы, кроветворение и т. д.);

3) воздействие шума на организм в целом, в частности на высшую нервную деятельность и вегетативную реактивность.

Раздражающее действие шума зависит от его физических свойств. Так, шумы со сплошными спектрами являются менее раздражающими, чем шумы, содержащие тональные составляющие. Шумы с высокочастотными компонентами дают более раздражающий эффект, чем с низкочастотными. Наиболее неприятны шумы, изменяющиеся по частотам и уровням звукового давлении.

Психологическая сторона проблемы шума имеет большое значение, особенно в отношении шумов малой интенсивности (до 60 дБ*).* Так, шум, производимый самим человеком, не беспокоит его, в то время как небольшой шум, вызванный каким-либо посторонним источником, дает раздражающий эффект.

Что касается шума высокого уровня, то исследованиями доказано, что наиболее ранние нарушения под воздействием такого шума развиваются со стороны центральной нервной системы, а поражения органа слуха возникают позднее (не менее чем через 5 лет).

На производствах, где профессиональной вредностью является шум и вибрация, у рабочих обнаружены резкие сдвиги биоэлектрической активности коры головного мозга, что проявляется в уменьшении силы и подвижности нервных процессов и в торможении возбудимости с наклонностью к образованию застойных очагов возбуждения в двигательной и акустической зонах коры. Наблюдались также нарушения взаимоотношений между корой и подкоркой мозга.

В условиях жизни человека, как на производстве, так и в быту большое значение имеет скорость реакции, определяемая временем, которое необходимо человеку для того, чтобы осознанное вызвало моторное действие. Скорость реакции характеризует состояние центральной нервной системы. Обнаружено удлинение времени условной двигательной реакции в ответ на звуковые и световые сигналы при уровне шума более 80 дБ.

Вопросы производительности труда и интенсивности шума имеют большое экономическое значение. Многие исследователи отмечают снижение производительности труда в ряде отраслей промышленности, где производственные процессы сопровождаются шумом. Понижение работоспособности происходит вследствие ослабления внимания и замедления латентного времени реакций. Производительность труда понижается как в количественном, так и качественном отношении. По некоторым данным шум может снизить производительность труда до 60%. При уменьшении шума на производстве, наоборот, растет общая производительность труда, уменьшаются непроизводительные затраты и сокращается заболеваемость. Многочисленные данные свидетельствуют о неблагоприятном влиянии шума на производительность умственного труда.

Известно, что шумы большой интенсивности вызывают изменение вегетативных реакций, важнейшая из которых функция кровообращения. Первые вегетативные реакции выявляются при шуме 60—70 дБи проявляются тем сильнее, чем выше уровень шума. При этом имеет значение ширина полосы действующего шума. Работы последних лет выявили действие шума на сердечнососудистую систему даже в том случае, когда в кровяном давлении, частоте пульса и электрокардиограмме не было никаких изменений. Исследования влияния шума на пищеварительную систему, почки, селезенку и другие органы показали весьма неблагоприятное воздействие шума и на их функциональное состояние.

Отсюда видно, что шум вызывает реакцию организма в целом. Нарушения в органах и системах зависят от уровня шума, распределения его по частотам, времени воздействия и от индивидуальных особенностей человека. Интенсивные высокочастотные шумы приводят к быстрому развитию патологического состояния.

Эту патологическую картину, возникшую под влиянием шума, рассматривают как «шумовую болезнь».[[2]](#footnote-2)

Долгое время биологи проявляли интерес к биологическому действию звука с точки зрения его экологического значения, физиологи исследовали механизм звуковой рецепции, врачи исследовали и контролировали нормальное и патологическое состояние органов слуха. Однако в настоящее время на человека действуют звуки небывалой интенсивности, в миллион раз превышающей ту, на фоне которой протекала вся предшествующая история его развития. Это приводит к глубоким патологическим процессам, угрожая в будущем судьбе человека — этого царя природы (Андреева-Галанина и др., 1972). Возникла настоятельная необходимость более глубокого исследования, механизма биологического действия звуковой энергии, прежде всего смешанного спектра частот. Речь идет, как и в случае вибрации, о прямом, нерецепторном действии звуковых колебаний на клетки и ткани организма, минуя специализированный орган слуха. При этом следует помнить, что звуковые колебания продолжают свое патологическое действие на организм и в тех случаях, когда орган слуха, как некий предохранитель «высокого напряжения», выбывает из «строя. Сведения Всемирной организации здравоохранения о числе профессиональных заболеваний рабочих предприятий с повышенной интенсивностью шума, к сожалению, касаются лишь утраты слуха, жалоб на головные боли, неврозов и др. Это результат действия шума на рецепторы, но есть и прямое действие звука помимо рецепторов. Пока нет сводок о прямом действии механических колебаний инфра- и звукового диапазона частот, вследствие чего стоит ограничиться лишь ссылкой на отдельные исследования, иллюстрирующие эффект биологического действия этого вида энергии. Известно, что действие мощных звуков на организм может привести к летальному исходу. Полагают, что гибель животных, подвергавшихся сильному звуковому воздействию (порядка 150 дБ) обусловлена действием температуры, которая при этом развивается. Звуковая энергия, абсорбированная поверхностью тела животного, преобразуется в тепло, которое в случае превышения определенных границ и вызывает смерть. Авторы отмечают, что при частоте 3000 Гц смерть наступает в течение 9 мин. Возможно, что эта частота является резонансной, при которой амплитуда, и в данном случае кавитация, резко увеличивается.

О прямом действии звука свидетельствуют опыты исследования микрофонного потенциала внутреннего уха (кохлеарного нерва) на наркотизированных животных. Было установлено видовое различие чувствительности ганглиозных клеток к интенсивности звука. Поскольку подопытные животные были наркотизированы, то, как надо полагать, действие звука воспринималось не рецепторами, а непосредственно ганглиозными клетками.

Известно, что звук интенсивностью 94 дБ подавляет экспериментально вызванный лейкоцитоз животных. Из этих данных следует, что звук пронизывает все тканиорганизма, вызывая в них функциональные и структурные нарушения. Если учесть при этом, что каждая клеточная популяция (нервная, мышечная, эпителиальная), каждая функциональная система обладают своей, специфической для нее чувствительностью к звуковым воздействиям, то становится понятным многообразие форм патологии, вызываемой звуком (шумом), как и вибрацией.

В норме шум воспринимается всеми рецепторами, а, например, для телец Пачини, он является адекватным раздражителем. Но при более мощных звуковых воздействиях, рецепторы перестают «работать». Происходит своеобразное «зашкаливание», и звуковая энергия воспринимается всеми тканями организма.

К сожалению, еще не известна степень чувствительности нерецепторных клеток к звуку и вибрации; таких исследований нет и поныне. Между тем отсутствие этих знаний затрудняет понимание механизма биологического действия звука и вибрации.

Итак, вибрация и звук при определенных условиях являются биологически опасным фактором, угрожающим целостности организма. Эта опасность для человека стремительно возрастает в связи с развитием техники, так как увеличивается интенсивность сопутствующих факторов, при действии которых и вибрация, и шум становятся особенно опасными. Речь идет о температуре окружающей среды, степени загрязнения атмосферы, радиации, магнитных полях и др. Следует иметь в виду и то, что наряду с физическими факторами в патогенезе вибрационной болезни важнейшую роль играет фактор социальный: моральная обстановка в трудовом коллективе, интерес к профессии, материальные условия жизни и др. Именно в силу своей массовости, в силу этих сопутствующих факторов новая нозологическая единица болезни, порожденная техническим прогрессом, — вибрационная болезнь — теперь стала предметом исследований медиков всех стран мира, ученых различных областей науки: физиологов, биофизиков, математиков и, как мы уже подчеркивали, социологов; эта проблема в наше время приобрела важнейшее социальное значение.[4]

**1.3 Нормирование шума**

При установлении нормативов шума в большинстве случаев приходится исходить не из оптимальных или комфортных, а из терпимых условий, при которых вредное воздействие шума на человека либо не проявляется, либо незначительно. При установлении норм шума нельзя также пренебрегать экономической стороной дела. Выбирать нормы с большим запасом в сторону ужесточения нецелесообразно; такого рода нормы не послужат стимулом для развития работ по борьбе с шумом. Занижение же норм может оказаться сильнейшим тормозом в этом деле, ввиду того что достигнуть таких норм в практических условиях невозможно из-за отсутствия достаточно эффективных шумозаглушающих средств или из-за непомерно больших экономических затрат. Необходимо подчеркнуть большое практическое значение санитарных норм предельно допустимого шума в различных местах и обстоятельствах.

Для защиты населения от шума решающее значение имеют санитарно-гигиенические нормативы допустимых уровней шума, поскольку они определяют необходимость разработки тех или иных мер по шумозащите в городах. Цель гигиенического нормирования — профилактика функциональных расстройств и заболеваний, развития чрезмерного утомления и снижения трудоспособности населения при кратковременном или продолжительном действии шума в окружающей среде. В зависимости от своего назначения помещения зданий и селитебные территории должны быть соответственно защищены от шума. Степень шумозащищенности, в первую очередь определяется нормами допустимого шума для помещения или территории данного назначения. Проникающие в помещения или на территорию шумы от любых источников не должны превышать нормативных величин.

Такие нормы устанавливаются в главах СНиП, стандартах или санитарных нормах. Нормируемыми параметрамипостоянного шума в расчетных точках являются уровни звукового давления *L,* дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Для ориентировочных расчетов допускается использовать уровни звука *LА,* дБА. Нормируемыми параметрами непостоянного шума в расчётных точках являются эквивалентные уровни звука*,LАэкв,* дБА, и максимальные уровни звука *LAмакс,* дБА. [[3]](#footnote-3)[1]. Шумовая гистограмма представлена в приложении Б. Таблица уровней звукового давления в приложении А.

##

## 1.4 Определение уровней звукового давления в расчетных точках

###

### 1.4.1 Характеристика объекта как источника шумового загрязнения

Завод по «Сборке мебели из готовых изделий» находится в юго-восточной части г. Тюмени, в районе железнодорожной станции «Войновка», на водоразделе рек Пышмы, протекающей с запада на восток в 20 км южнее промышленной площадки и Туры, протекающей с запада на восток в 8 км севернее площадки.

### 1.4.2 Инвентаризация источников шумового загрязнения в составе объекта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Марка | Количество штук | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах, со среднегеометрическими частотами, Гц |
|  |  | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| SystemAir T 4 | 3 | 88 | 82 | 76 | 80 | 74 | 72 | 70 | 67 |

Шумовые характеристики вентиляторов приняты согласно каталогу фирм-производителей.

Октавные уровни звуковой мощности вентиляторов на выходе, Lp, дБ.

**По заданию произведем расчет только трех точечных источника шума этого предприятия, так как они находятся в открытом пространстве и являются источниками внешнего шума.**

###

### 1.4.3 Выбор расчетных точек на территории

Измерение шума на селитебной территории следует проводить: на площадках отдыха микрорайонов и групп жилых домов, площадках детских дошкольных учреждений и участках школ, территориях больниц и санаториев - не менее чем в трех точках, расположенных на ближайшей к источнику шума границе площадок (вне звуковой тени) на высоте 1,2 - 1,5 м от уровня поверхности площадок; на территории, непосредственно прилегающей к жилым домам и зданиям больниц, санаториев, детских дошкольных учреждений и школ - не менее чем в трех точках, расположенных на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций зданий на высоте 1,2 - 1,5 м от уровня поверхности территории и, при необходимости, на уровне середины окон. Окна зданий в этом случае должны быть закрыты.

Расчётные точки на прилегающей территории выбираются у ближайших жилых объектов на расстоянии 2 м от их фасадов. Со стороны восточного фасада жилого дома выбрано 1 расчётная точка: РТ1 у жилого 16-этажного здания на высоте 12 метров.

### 1.4.4 Расчет точечных источников

**Расчёт уровней звуковой мощности источника (УЗМ, дБ) в октавных полосах частот на основе введённых данных о свойствах источника.**

Согласно СНиП 23-03-2003, если источник шума и расчетная точка расположены на территории, расстояние между ними больше удвоенного максимального размера источника шума и между ними нет препятствий, экранирующих шум или отражающих шум в направлении расчетной точки, то октавные уровни звукового давления , дБ, в расчетных точках следует определять по формуле:

при точечном источнике звука:

 (3)

где L*p* - октавный или октавный эквивалентный уровень звуковой мощности источника шума, дБ;

Ф - фактор направленности источника шума для направления на расчетную точку, безразмерный; для ненаправленного источника шума Ф = 1; при оценке шума, создаваемого источником с неизвестным Ф, его следует считать ненаправленным;

 - пространственный угол (в стерадианах), в который излучается шум; для источника шума в пространство ; на поверхности территории или ограждающих конструкций зданий и сооружений ; в двухгранном углу, образованном ограждающими конструкциями зданий и сооружений, ; в трехгранном углу .(см. таблица № 8, приложение А)

Источник шума, находящийся над поверхностью территории или на ограждающих конструкциях зданий и сооружений (рисунок № 4, приложение Б), следует считать расположенным в пространстве при выполнении условия Hиш> 0.5 r1,

где r1 - расстояние от источника шума до расчетной точки;

Hиш - высота источника шума над поверхностью территории.

Численные значения величины  составляет 2, 5, 8,11 дБ при  равных соответственно;

r - расстояние (м) от акустического центра источника шума до расчетной точки; за акустический центр источника шума, расположенного на поверхности, принимается проекция его геометрического центра на поверхность; у источника в пространстве акустический и геометрический центры совпадают;

 - коэффициент поглощения звука в воздухе (дБ/км), принимаемый по (таблице № 8, приложение А); при r50 м поглощение звука в воздухе не учитывается.

, дБ - повышение уровня звукового давления вследствие отражений звука от больших поверхностей (земля, стена, угол двух стен), расположенных на расстоянии от расчетной точки, не превышающем 0.1r; N - число отражающих поверхностей (N3); поверхность земли не включается в число N, если отражение от нее уже учтено в значении пространственного угла ;

 - дополнительное снижение уровня звукового давления элементами окружающей среды.

(4)

где - снижение уровня звукового давления экранами, расположенными между источником шума и расчетной точкой, определяемое;

- снижение уровня звукового давления поверхностью земли;

 - коэффициент ослабления звука полосой лесонасаждений, дБ/м;

l - ширина лесополосы, м.

**Произведем расчет уровней звуковой мощности от источника шума № 1 для расчетной точки.**

Для этого найдем значение **r**(расстояние от акустического центра до расчетной точки). Мы находим это расстояние по рисунку, данному в приложении.

Так как расстояние от расчетной точки № 1 до источника шума № 1 равно 90 метров, а расчетная точка находится на высоте 12 метров, то получим:

r =90,8 метров.

Получим:

Ф =1;

*Lp*= 88 дБ;

 = 2πи 10 lg2π = 8;

r =90,8 метров ;

= 0, так как 63 Гц;

 = 0;

= 0.

Из этого получим:

= 88 + 10 lg1 - 10 lg8 – 20 lg90,8 – 0\* 90,8/1000 + 0 - 0;

= 40дБ.

**Аналогично рассчитаем для других частот, и запишем значения в таблицу**:

**Расчётная точка РТ1**

Днем

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах, со среднегеометрическими частотами, Гц | Уровень звука, дБА |
| 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Суммарный (по энергии) уровень звукового давления в расчетной точке, Lрт, дБ | 40 | 34 | 28 | 32 | 26 | 24 | 22 | 19 |  42 |
| Допускаемые уровни звукового давления с учетом поправки на работу технологического оборудования (-5 дБ), Lдоп, дБ | 70,0 | 61,0 | 54,0 | 49,0 | 45,0 | 42,0 | 40,0 | 39,0 | 50,0 |
| Превышение, дБ | -30 | -27 | -26 | -17 | -19 | -18 | -18 | -20 | -28 |

Ночью

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах, со среднегеометрическими частотами, Гц | Уровень звука, дБА |
| 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Суммарный (по энергии) уровень звукового давления в расчетной точке, Lрт, дБ | 40 | 34 | 28 | 32 | 26 | 24 | 22 | 19 | 42 |
| Допускаемые уровни звукового давления с учетом поправки на работу технологического оборудования (-5 дБ), Lдоп, дБ | 62,0 | 52,0 | 44,0 | 39,0 | 35,0 | 32,0 | 30,0 | 28,0 | 40,0 |
| Превышение, дБ | -22 | -18 | -16 | -7 | -9 | -8 | -8 | -9 | +2 |

**Произведем расчет уровней звуковой мощности от источника шума № 2 для расчетной точки.**

Для этого найдем значение **r**(расстояние от акустического центра до расчетной точки). Мы находим это расстояние по рисунку, данному в приложении.

Так как расстояние от расчетной точки № 1 до источника шума № 2 равно 94 метра, а расчетная точка находится на высоте 12 метров, то получим:

r =94,8 метров

Получим:

Ф = 1;

*Lp*= 88 дБ;

 = 2πи 10 lg2π = 8; (см. в таблице № 9, приложение А)

r =94,8 метров ;

= 0, так как 63 Гц. (см. в таблице № 9, приложение А)

Из этого получим:

= 88 + 10 lg1 - 10 lg8 – 20 lg94,8 – 0\* 94,8/1000 + 0 - 0;

= 39дБ.

**Аналогично рассчитаем для других частот, и запишем значения в таблицу**:

**Расчётная точка РТ1**

Днем

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах, со среднегеометрическими частотами, Гц | Уровень звука, дБА |
| 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Суммарный (по энергии) уровень звукового давления в расчетной точке, Lрт, дБ | 39 | 33 | 27 | 31 | 25 | 23 | 19 | 11 | 41 |
| Допускаемые уровни звукового давления с учетом поправки на работу технологического оборудования (-5 дБ), Lдоп, дБ | 70,0 | 61,0 | 54,0 | 49,0 | 45,0 | 42,0 | 40,0 | 39,0 | 50,0 |
| Превышение, дБ | -31 | -28 | -27 | -18 | -20 | -19 | -21 | -28 | -9 |

Ночью

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах, со среднегеометрическими частотами, Гц | Уровень звука, дБА |
| 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Суммарный (по энергии) уровень звукового давления в расчетной точке, Lрт, дБ | 39 | 33 | 27 | 31 | 25 | 23 | 19 | 11 | 41 |
| Допускаемые уровни звукового давления с учетом поправки на работу технологического оборудования (-5 дБ), Lдоп, дБ | 62,0 | 52,0 | 44,0 | 39,0 | 35,0 | 32,0 | 30,0 | 28,0 | 40,0 |
| Превышение, дБ | -23 | -19 | -17 | -8 | -10 | -9 | -11 | -7 | +1 |

**Произведем расчет уровней звуковой мощности от источника шума № 3, для расчетной точки.**

Для этого найдем значение **r**(расстояние от акустического центра до расчетной точки). Мы находим это расстояние по рисунку, данному в приложении.

Так как расстояние от расчетной точки № 1 до источника шума № 3 равно 85 метров, а расчетная точка находится на высоте 12 метров, то получим:

r =85,8 метров

Получим:

Ф = 1;

*Lp*= 88 дБ;

 = 2πи 10 lg2π = 8; (см. в таблице № 8, приложение А)

r =85,8 метров ;

= 0, так как 63 Гц. (см. в таблице № 9, приложение А)

Из этого получим:

= 88 + 10 lg1 - 10 lg8 – 20 lg85,8 – 0\* 85,8/1000 + 0 - 0;

= 40дБ.

**Аналогично рассчитаем для других частот, и запишем значения в таблицу**:

**Расчётная точка РТ1**

Днем

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах, со среднегеометрическими частотами, Гц | Уровень звука, дБА |
| 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Суммарный (по энергии) уровень звукового давления в расчетной точке, Lрт, дБ | 40 | 34 | 28 | 32 | 26 | 23 | 20 | 12 | 42 |
| Допускаемые уровни звукового давления с учетом поправки на работу технологического оборудования (-5 дБ), Lдоп, дБ | 70,0 | 61,0 | 54,0 | 49,0 | 45,0 | 42,0 | 40,0 | 39,0 | 50,0 |
| Превышение, дБ | -30 | -27 | -26 | -17 | -19 | -19 | -30 | -27 | -8 |

Ночью

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах, со среднегеометрическими частотами, Гц | Уровень звука, дБА |
| 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Суммарный (по энергии) уровень звукового давления в расчетной точке, Lрт, дБ | 40 | 34 | 28 | 32 | 26 | 23 | 20 | 12 | 42 |
| Допускаемые уровни звукового давления с учетом поправки на работу технологического оборудования (-5 дБ), Lдоп, дБ | 62,0 | 52,0 | 44,0 | 39,0 | 35,0 | 32,0 | 30,0 | 28,0 | 40,0 |
| Превышение, дБ | -22 | -18 | -16 | -7 | -9 | -9 | -10 | -16 | +2 |

Далее определяем суммарные октавные уровни звукового давления , дБ, во вспомогательной расчетной точке (на расстоянии 2 м от наружного ограждения защищаемого от шума помещения) от всех источников шума по формуле

,(5)

где - уровень звукового давления от -го источника, дБ;

Lсум= 10lg 100.1\*42+100.1\*41+100.1\*42 = 46 дБ

**Вывод: уровни звукового давления и уровни звука, создаваемые объектом в расчётных точках, не соответствуют санитарным нормам. Так как существует превышение суммарного звукового давления от всех трех источников и от каждого источника отдельно. От первого источника шума суммарное давление составило 42 дБ, от второго источника 41 дБ, от третьего 42 дБ.Что не соответствует ночным санитарно допустимым нормам и составляет превышение на 1;2 дБ. Суммарное звуковое давление от всех трех источников составляет 46 дБ (превышение на 6 дБ).[**8]

### 1.4.5 Шумозащитные мероприятия

Для устранения незначительного превышения звука в ночное время нужно поставить на жилое здание, подвергающееся звуковому воздействию, одинарное окна со стеклопакетом ОСП (ГОСТ 24700-81). Защита составляет 25 дБ.

Так как все точечные источники объекта располагаются на крыше завода, рекомендуется установка акустического экрана вдоль края кровли.

## 1.5 Определение границ СЗЗ

1.5.1 Санитарно-защитная зона - это особая функциональная зона, отделяющая предприятие от селитебной зоны либо от иных зон функционального использования территории с нормативно закрепленными повышенными требованиями к качеству окружающей среды.

1.5.2 СЗЗ устанавливается в целях снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха, уровней шума и других факторов негативного воздействия до предельно допустимых значений на границе с селитебными территориями за счет обеспечения санитарных разрывов и озеленения территорий.

1.5.3 В СЗЗ действует режим ограниченной хозяйственной деятельности.

1.5.4 Основные правила установления регламентированных границ СЗЗ сформулированы в [СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-9б](file:///G%3A%5C111%5CStroyConsultant%5CTemp%5C4023.htm) "Проектирование, строительство; реконструкция и эксплуатация предприятий. Планировка и застройка населенных мест. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов" (разделы 3,4,5)

1.5.5 Регламентированный размер СЗЗ определяется в первую очередь классом предприятия или производства по приведенной вклассификации. Этот класс зависит от характера производства, определяющего состав вредных воздействий, диапазон удельных выбросов и др. В ряде случаев размеры СЗЗ дифференцированы от мощности производства.

В соответствии с этой классификацией большинство производств, предприятий и объектов могут быть отнесены к одному из 5-ти классов. Для объектов (предприятий, производств), отнесенных к какому-либо из этих классов, в установлены следующие размеры СЗЗ:

предприятия первого класса - 1000 м;

- предприятия второго класса - 500 м;

- предприятия третьего класса - 300 м;

- предприятия четвертого класса - 100 м;

- предприятия пятого класса - 50 м.[[4]](#footnote-4)

Для отдельных производств, предприятий и объектов, не охарактеризованных в классификации, размеры их СЗЗ могут устанавливаться региональными или ведомственными нормативными документами, согласованными в установленном порядке МГЦ ГСЭН, а для предприятий I и II классов - Минздравом России. В дальнейшем будем называть СЗЗ, определенные в соответствии с (или другим нормативным документом), - нормативными.

Если действующие на предприятии производственные процессы не сопровождаются выделением вредностей, (загрязняющих веществ, шума, излучения, статического электричества и т.д.), не являются пожаро- и взрывоопасными и не требуют устройства железнодорожных подъездных путей, по решению МГЦ ГСЭН СЗЗ для него устанавливается минимальный размер СЗЗ. При размещении такого предприятия в пределах селитебной территории расстояние от границ занимаемого им участка до жилых домов следует, согласно, принимать не менее 50 м.

Размер СЗЗ устанавливается с учетом возможностей перспективного развития предприятия.

1.5.6. Размеры СЗЗ предприятия (группы предприятий) определяются в направлении жилой застройки и других зон с нормативно определенными повышенными требованиями к качеству окружающей среды, расположенных вокруг предприятия.

При этом набор таких зон, в направлении которых устанавливаются СЗЗ для конкретного предприятия (группы предприятий), так же как и критерии их выбора (в частности, расстояния от предприятия) определяются по согласованию с территориальными органами Минздрава России в зависимости от класса предприятия.

Вопрос о необходимости установления СЗЗ в других направлениях решается по согласованию с МГЦ ГСЭН с учетом возможности строительства на соответствующих территориях жилья или возникновения других зон с нормативно определенными повышенными требованиями к качеству окружающей среды.

1.5.7 Если в соответствии с предусмотренными техническими решениями и расчетами загрязнения атмосферы, уровней шума и др. размеры СЗЗ для предприятия получаются больше, чем размеры, установленные, то необходимо пересмотреть проектные решения и обеспечить выполнение требований за счет уменьшения количества выбросов вредных веществ в атмосферу, минимизации шума и других видов воздействий. Если и после дополнительной проработки не выявлены технические возможности обеспечения размеров СЗЗ, требуемых санитарными нормами, то размер СЗЗ принимается в соответствии с результатами расчета загрязнения атмосферы, уровней шума и др. и подтверждении расчетных данных натурными замерами по согласованию с МГЦ ГСЭН.

1.5.8 Допускается корректировка размеров СЗЗ с учетом розы ветров (при существенных румбовых отклонениях преобладающих направлений ветров) в сторону увеличения по сравнению с установленными нормативными значениями. Увеличение размеров СЗЗ за счет поправки на розу ветров рекомендуется использовать только для ограничения нового жилого строительства на территории между нормативной и откорректированной в сторону увеличения (расширения) с учетом розы ветров СЗЗ.

1.5.9 В соответствии с уменьшение размеров СЗЗ допускается в исключительных случаях.

Размеры СЗЗ могут быть уменьшены при:

объективном доказательстве стабильного достижения уровней техногенного воздействия на окружающую среду и население ниже (либо в пределах) нормативных требований по материалам систематических (не менее чем годовых) лабораторных наблюдений за состоянием воздушной среды и благоприятных характеристиках ПЗА;

подтверждении замерами снижения уровней шума и уровней воздействия других физических факторов в пределах селитебной территории ниже гигиенических нормативов;

перепрофилировании (реконструкции, модернизации и т.п.) предприятия с соответствующим уменьшением категории санитарной опасности объекта.

1.5.10 Необходимость увеличения размеров СЗЗ по сравнению с нормативными определяется:

наличием морально устаревшего технологического оборудования на действующем предприятии или его отдельных цехах, не обеспечивающего качество атмосферного воздуха селитебной территории в соответствии с нормативами;

низкой эффективностью газопылеулавливающего оборудования и отсутствием технических решений по снижению загрязнения атмосферного воздуха до гигиенических нормативов;

неблагоприятным по господствующим направлениям ветра взаиморасположением селитебных и промышленных территорий;

превышением ПДК содержания в атмосфере химических веществ и ПДУ шума, вибрации, ЭМИ и других вредных физических факторов за пределами нормативной СЗЗ при невозможности снижения уровня загрязнения техническими средствами.

1.5. 11 Если одновременно производится проектирование СЗЗ нескольких предприятий, расположенных на смежных площадках, и установленные на основании расчетов загрязнения атмосферы, других видов воздействий и санитарной классификации их СЗЗ пересекаются или примыкают друг к другу, необходимо выполнить разработку проекта единой СЗЗ для всей группы.

При этом расчет СЗЗ производится в следующей последовательности:

определение СЗЗ для каждого предприятия без учета фона;

определение общей СЗЗ группы смежных предприятий, граница которой проводится в виде огибающей расчетных границСЗЗ от каждого из предприятий;

определение СЗЗ для всех предприятий вместе с учетом фона.[5, 7]

**Завод по «Сборке мебели из готовых изделий» относится к пятому классу опасности, поэтому размер санитарно защитной зоны составил 50 метров.**

1.6 Расчет ожидаемых уровней транспортного шума от линейных источников

Задано: Жилое 16-и этажное здание располагается параллельно магистрали на расстоянии 30 м от края проезжей части улицы, имеющей 6 полос движения. Продольный уклон проезжей части 0%, покрытие - асфальтобетон. Интенсивность движения (средняя за 4 часа наиболее шумного дневного периода) 1800 транспортных единиц в час, доля грузового и общественного транспорта = 40%, средняя скорость транспортного потока V = 40 км/ч. Ширина улицы (между фасадами зданий) 84 м.

**Требуется**: Определить ожидаемые уровни шума у фасада здания и выбрать конструкцию шумозащитного окна.

Исходным параметром для расчета эквивалентного уровня звука, создаваемого у фасада здания потоком средств автомобильного транспорта (включая автобусы и троллейбусы), является шумовая характеристика потока в дБА, определяемая по #M12291 901708147ГОСТу 20444-85#S на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения транспорта.

, дБА (6)

где: Q - интенсивность движения, ед./ч;

V - средняя скорость потока, км/ч;

 - доля средств грузового и общественного транспорта в потоке, %, (к грузовым относятся автомобили грузоподъемностью 1,5 т и более);

 - поправка, учитывающая вид покрытия проезжей части улицы или дороги, дБА, (при асфальтобетонном покрытии = 0, при цементобетонном покрытии = +3 дБА);

 - поправка, учитывающая продольный уклон улицы или дороги, дБА, определяемая по (табл.1., приложение А)

Покрытие проезжей части улицы - асфальтобетон, = 0. Уклон проезжей части 0%, = 0.(По условию задачи)

Отсюда следует:

 = 10 lg 1800 + 13,3 lg 40 + 4 lg (1+40) + 0 + 0 + 15 = 32,55 + 21,30 + 6,45 + 0 + 0 + 15 = 75,3 дБА

Эквивалентный уровень звука на расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения: = 75,3 дБА.

Далее рассчитаем ожидаемый эквивалентный уровень звука , создаваемый потоком средств автомобильного транспорта в расчетной точке у наружного ограждения здания, который определяется по формуле:

, дБА,(7)

где - снижение уровня шума в зависимости от расстояния от оси ближайшей полосы движения транспорта до расчетной точки, дБА, определяемое по (рис.3, приложение Б).

 - поправка, учитывающая влияние отраженного звука, дБА, определяемая по (табл.2, приложение А) в зависимости от отношения , где - высота расчетной точки над поверхностью территории; в общем случае высота расчетной точки принимается = 12 м;

В - ширина улицы (между фасадами зданий), м.

Отсюда следует что - снижение уровня шума в зависимости от расстояния от оси ближайшей полосы движения транспорта до расчетной точки равен 4,5дБА (расчет по рисунку № 3, приложение Б);

* - поправка, учитывающая влияние отраженного звука равна (расчет по таблице 2, приложение А)= 12 м.

, где В = 84 м (ширина улицы между фасадами зданий).

Отсюда следует что ,= 0,14 дБА;

 = 1,5 дБА (по таблице 2, приложение А).

= 75,3 - 4,5 + 1,5 =72,3 72 дБА

Таким образом, расчетный эквивалентный уровень звука у фасада здания примерно 72 дБА.

1.6.1 Выбор конструкций наружных ограждений шумозащитных зданий

Для обеспечения требуемой звукоизоляции наружного ограждения необходимо в первую очередь выбрать конструкцию окон (или других светопрозрачных ограждений) с необходимыми звукоизолирующими качествами.

При выборе конструктивного решения окон следует учитывать требования к воздухообмену проектируемого здания.

Обычные конструкции окон с естественной вентиляцией через открытые форточки или узкие створки обеспечивают нормальный шумовой режим в помещении, если уровни внешнего шума в 2-х метрах от наружного ограждения не превышают допустимых уровней, установленных #M12291 1200000486МГСН 2.04-97#S. В противном случае возникает необходимость применения специальных шумозащитных окон с вентиляционными элементами, которые обеспечивают снижение внешнего шума до нормы и одновременное нормативное поступление воздуха в помещение.

В помещениях общественных зданий, в которых предусматривается устройство систем принудительной вентиляции (приточной и вытяжной) или кондиционирование, конструкции окон следует выбирать из условий обеспечения требуемой звукоизоляции при закрытых окнах.

Допустимый уровень проникающего транспортного шума в жилых помещениях жилого здания в дневное время 40 дБА - при категории А и 45 дБА - при категории Б или В.

Требуемая звукоизоляция наружного ограждения (окна) в дБА определяется в зависимости от требуемого снижения внешнего шума

Требуемое снижение шума для жилого дома категории А:

= 32 дБА, потому что, эквивалентный уровень звука у фасада здания примерно 72 дБА. (72 - 40 = 32дБА).

Для помещений жилых зданий, а также близких к ним по размерам помещений общественных и других зданий (рабочие помещения управлений, кабинеты и др.), в которых отношения близко к 0,3, можно пользоваться формулой:

, дБА.(8)

Значит требуемая звукоизоляция наружного ограждения (окна) рассчитывается так:

= 32 - 5 = 27 дБА.

Этим требованиям удовлетворяет конструкция N 31 по табл.7 с раздельными переплетами и вертикальным вентиляционным каналом, = 28 дБА. При категории жилого дома Б или В требуемая звукоизоляция окна = 22 дБА. Этим требованиям удовлетворяют конструкции N 26 и 27 по табл.7.

Ожидаемый уровень звука у торца здания = 72 - 3 = 69 дБА. Требуемое снижение шума для здания категории А - = 29 дБА, требуемая звукоизоляция окон, с учетом дополнительной поправки - 3 дБА, составляет = 29 - 5 - 3 = 21 дБА. Этим условиям удовлетворяет окно с раздельными переплетами с клапаном-глушителем конструкции МНИИТЭП (N 26 табл.3, = 22 дБА) или окно конструкции КТБ "Мосоргстройматериалы" и НИИСФ N 27 табл.3 (= 23 дБА).[3]


# 2. РАДИАЦИЯ

##

## 2.1 Общие сведения о радиации

### 2.1.1 Из истории радиации

Радиоактивность — отнюдь не новое явление; новизна состоит лишь в том, как люди пытались ее использовать. И радиоактивность, и сопутствующие ей ионизирующие излучения существовали на Земле задолго до зарождения на ней жизни и присутствовали в космосе до возникновения самой Земли.

Ионизирующее излучение сопровождало и Большой взрыв, с которого, как мы сейчас полагаем, началось существование нашей Вселенной около 20 миллиардов лет назад. С того времени радиация постоянно наполняет космическое пространство. Радиоактивные материалы вошли в состав Земли с самого ее рождения. Даже человек слегка радиоактивен, так как во всякой живой ткани присутствуют в следовых количествах радиоактивные вещества. Но с момента открытия этого универсального фундаментального явления не прошло еще и ста лет.

В 1896 году французский ученый Анри Беккерель положил несколько фотографических пластинок в ящик стола, придавив их кусками какого-то минерала, содержащего уран. Когда он проявил пластинки, то, к своему удивлению, обнаружил на них следы каких-то излучений, которые он приписал урану. Вскоре этим явлением заинтересовалась Мария Кюри, молодой химик, полька по происхождению, которая и ввела в обиход слово «радиоактивность». В 1898 году она и ее муж Пьер Кюри обнаружили, что уран после излучения таинственным образом превращается в другие химические элементы. Один из этих элементов супруги назвали полонием в память о родине Марии Кюри, а еще один-радием, поскольку по-латыни это слово означает «испускающий лучи». И открытие Беккереля, и исследования супругов Кюри были подготовлены более ранним, очень важным событием в научном мире — открытием в 1895 году рентгеновских лучей; эти лучи были названы так по имени открывшего их (тоже, в общем, случайно) немецкого физика Вильгельма Рентгена.

Беккерель один из первых столкнулся с самым неприятным свойством радиоактивного излучения: речь идет о его воздействии на ткани живого организма. Беккерель положил пробирку с радием в карман и получил в результате ожог кожи. Мария Кюри умерла, по всей видимости, от одного из злокачественных заболеваний крови, поскольку слишком часто подвергалась воздействию радиоактивного излучения. По крайней мере, 336 человек, работавших с радиоактивными материалами в то время, умерли в результате облучения.

Несмотря на это, небольшая группа талантливых и большей частью молодых ученых направила свои усилия на разгадку одной из самых волнующих загадок всех времен, стремясь проникнуть в самые сокровенные тайны материи. К сожалению, результатам их поисков суждено было, воплотиться в атомную бомбу в 1945 году.

Взрывы этих бомб в конце второй мировой войны привели к колоссальным человеческим жертвам. Но практическим воплощением их поисков явилось также создание в 1956 году первой промышленной атомной электростанции в Колдер Холле (Великобритания). Следует добавить, что буквально с момента открытия рентгеновских лучей они стали применяться в медицине, и сфера их использования все расширяется.

## 2.2 Строение атома

Главным объектом исследования ученых был сам атом, вернее его строение. Мы знаем теперь, что атом похож на Солнечную систему в миниатюре: вокруг крошечного ядра движутся по орбитам «планеты»-электроны. Размеры ядра в сто тысяч раз меньше размеров самого атома, но плотность его очень велика, поскольку масса ядра почти равна массе всего атома. Ядро, как правило, состоит из нескольких более мелких частиц, которые плотно сцеплены друг с другом (рисунок № 5, приложение Б)

Некоторые из этих частиц имеют положительный заряд и называются протонами. Число протонов в ядре и определяет, к какому химическому элементу относится данный атом: ядро атома водорода содержит всего один протон, атома кислорода-8, урана-92. В каждом атоме число электронов в точности равно числу протонов в ядре; каждый электрон несет отрицательный заряд, равный по абсолютной величине заряду протона, так что в целом атом нейтрален.

В ядре, как правило, присутствуют и частицы другого типа, называемые нейтронами, поскольку они электрически нейтральны. Ядра атомов одного и того же элемента всегда содержат одно и то же число протонов, но число нейтронов в них может быть разным. Атомы, имеющие ядра с одинаковым числом протонов, но различающиеся по числу нейтронов, относятся к разным разновидностям одного и того же химического элемента, называемым изотопами данного элемента. Чтобы отличить их друг от друга, к символу элемента приписывают число, равное сумме всех частиц в ядре данного изотопа. Так, уран-238 содержит 92 протона и 146 нейтронов; в уране-235 тоже 92 протона, но 143 нейтрона. Ядра всех изотопов химических элементов образуют группу «нуклидов».

Некоторые нуклиды стабильны, т.е. в отсутствие внешнего воздействия никогда не претерпевают никаких превращений.

Большинство же нуклидов нестабильны, они все время превращаются в другие нуклиды.

При каждом таком акте распада высвобождается энергия, которая и передается дальше в виде излучения. Можно сказать (хотя это и не совсем строго), что испускание ядром частицы, состоящей из двух протонов и двух нейтронов – этоальфа-излучение; испускание электрона, как в случае распада тория-234,-это бета-излучение. Часто нестабильный нуклид оказывается настолько возбужденным, что испускание частицы не приводит к полному снятию возбуждения; тогда он выбрасывает порцию чистой энергии, называемую гамма-излучением (гамма-квантом). Как и в случае рентгеновских лучей (во многом подобных гамма-излучению), при этом не происходит испускания каких-либо частиц.

Весь процесс самопроизвольного распада нестабильного нуклида называется *радиоактивным распадом*, а сам такой нуклид-*радионуклидом*. Но хотя все радионуклиды нестабильны, одни из них более нестабильны, чем другие. Например, протактиний-234 распадается почти моментально, а уран-238-очень медленно. Половина всех атомов протактиния в каком-либо радиоактивном источнике распадается за время, чуть большее минуты, в то же время половина всех атомов урана-238 превратится в торий-234 за четыре с половиной миллиарда лет. Время, за которое распадается в среднем половина всех радионуклидов данного типа в любом радиоактивном источнике, называется периодом полураспада соответствующего изотопа. Этот процесс продолжается непрерывно. За время, равное одному периоду полураспада, останутся неизменными каждые 50 атомов из 100, за следующий аналогичный промежуток времени 25 из них распадутся, и так далее по экспоненциальному закону. Число распадов в секунду в радиоактивном образце называется его *активностью*. Единицу измерения активности (в системе СИ) назвали беккерелем (Бк) в честь ученого, открывшего явление радиоактивности; один беккерель равен одному распаду в секунду.

## 2.3 Доза облучения

Особенностью ионизирующего излучения является тот факт, что количество поглощенной телом энергии и ее распределение по отдельным органам и тканям может быть точно установлено измерением или расчетом.

При облучении организма человека ионизирующим излучением он поглощает ее энергию, причем чем больше количество поглощенной энергии, тем больше количество гибнущих от этого клеток. Характеристикой этого процесса, а точнее мерилом количества ионизирующего излучения и косвенным показателем возможного ущерба от облучения является доза излучения. С ее помощью математически описывается воздействие излучения на организм человека.

В зависимости от способа и места применения доза бывает нескольких видов. Длительное время самым распространенным понятием была *экспозиционная* доза, но сейчас оно устарело и, как правило, не используется. Экспозиционная доза описывала действие ионизирующего излучения в воздухе и потому лишь косвенно давала возможность оценить воздействие излучения на организм. Но, поскольку, другого понятия не было, она, хотя и приближенно, позволяла определять уровень лучевого воздействия на человека. Единицей ее измерения был рентген (Р). Рентген большая величина и в практике обычно использовались ее производные и, в частности, одна тысячная рентгена или милирентген (мР) и даже одна миллионная рентгена -микрорентген (мкР).

На протяжении многих лет экспозиционная доза была единственной мерой уровня лучевого воздействия на человека. Поэтому и сейчас еще многие-дозиметры, предназначенные для измерения внешнего излучения, градуированы в единицах экспозиционной дозы - рентгена и его производных.

В новой системе единиц СИ, используемой в настоящее время, экспозиционная доза заменена величиной "керма в воздухе". Керма в воздухе является величиной, равносильной поглощенной дозе в воздухе и ее можно использовать, например, для описания радиационного поля в присутствии (или отсутствии) пациента. Керма в воздухе 1 Гр характеризует передачу энергии рентгеновского излучения в воздухе, равной 1 Дж, одному килограмму воздуха. Экспозиционной дозе 1 Р соответствует значение кермы в воздухе 8,7 мГр.

шум радиация уран облучение

Керма может быть определена для любого поглощающего материала. Для рентгеновского излучения, используемого в рентгенодиагностике, керма мягких тканей приблизительно равна керме в воздухе (разность порядка 10%), и для целей радиационной защиты их принято считать одинаковыми.

Основополагающей дозой в системе дозиметрии является *поглощенная* доза, которая выражает количество излучения, переданного единичному объему (или массе) вещества в организме человека. В медицинской дозиметрии обычно используется поглощенная доза, полученная облучаемым органом или тканью, например, легкими. Выражается поглощенная доза в греях (Гр). Это очень большая доза в сто раз больше рада, которым ранее выражали значения поглощенных доз. Поэтому в практике используются ее производные: миллигрей (мГр) и микрогрей (мкГр).

Однако поглощенная доза выражает только физический смысл радиационного воздействия. А поскольку мы имеем дело с облучением организма человека, нужно учитывать биологическое действие излучения, так как различные его виды по разному влияют на организм. Например, 1Гр, полученный тканью от альфа-излучения, является более повреждающим в биологическом отношении действием, чем 1 Гр от бета-излучения, так как альфа-частица производит большую ионизацию на пути своего пробега, чем бета-частица. Для учета этих различий была введена усовершенствованная система измерений и оценки ионизирующего излучения - *эквивалентная* доза. Она получена умножением поглощенной дозы на соответствующий коэффициент качества излучения. Таким образом, эквивалентная доза уже учитывает биологическое действие излучения и измеряется в зивертах (Зв). Также как и для грея в практике используются ее производные: миллизиверт (мЗв) и микрозиверт (мкЗв). Для гамма- и рентгеновского излучения коэффициент качества равен единице и потому зиверт и фей равны между собой. 1 Зв = 1 Гр ~ 100 Р. Для альфа-излучения такой коэффициент равен 20. Это значит, что поглощенная доза от него в 1 Гр создает в организме дозу 20 Зв.

Эквивалентная доза как бы приводит к общему знаменателю оценку воздействия различных видов ионизирующих излучений на какой-нибудь орган или ткань. Она часто используется и нормируется в системе радиационной безопасности человека.

Но даже эквивалентная доза не может нас полностью устроить, так как она относится к облучаемому органу, а мы имеем дело, как правило, со всем организмом. На помощь пришла новая универсальная доза. Она называется *эффективной* и приравнивается к дозе облучения, которую получает весь организм, независимо от того, какая его часть реально облучается. Это очень важно, поскольку теперь мы можем сравнивать и интегрировать облучения различных частей тела, например, черепа и позвоночника или легких. Эффективная доза является очень сложной по своему построению и может быть только рассчитана. Измерить ее нельзя, так как она равна сумме эквивалентных доз в разных органах, умноженных на соответствующие коэффициенты (взвешивающие), учитывающие вклад данного органа или его чувствительность, точнее радиочувствительность, к действию ионизирующего излучения на весь организм (таблице № 10, приложение А).

Эффективная доза является мерой радиационного риска любого облучения и также, как и эквивалентная, выражается в зивертах. Эквивалентная и эффективная дозы используются для подсчета только малых доз облучения, которыми, например, сопровождаются рентгенорадиологические исследования в медицине, поскольку они выражают показатели риска. Для целей лучевой терапии они не используются. Там применяется поглощенная доза.

Все вышеупомянутые дозиметрические величины относятся к облучению отдельного человека. При облучении групп (популяций) людей необходимо учитывать численность населения, подвергшегося облучению. Это будет уже *коллективная* доза, которая равна сумме индивидуальных эффективных доз. Единицей измерения коллективных доз является человеко-зиверт (чел.-Зв). Например, в условном районе, где проживает 200 тысяч человек и средняя эффективная доза на одного жителя составляет 5 мЗв, иопуляционная эффективная доза составит здесь 1000 чел.-Зв.

Как видно математический (или дозиметрический) аппарат описания дозы не очень простой, но зато он позволяет не только зафиксировать количество полученной человеком энергии излучения, но и определить вероятный ущерб, который она вызовет.

## 2.4 Уровни доз облучения населения

В настоящее время хорошо изучен вклад различных источников в дозу облучения человека. Основные из них приведены в (таблице № 10, приложении Б). Как видно, средняя индивидуальная эффективная доза облучения жителя России за год составляет -4000 мкЗв (4 мЗв). Основной вклад в дозу вносит природная компонента (70%), на втором месте стоит медицинское облучение (29%). Вклад остальных источников составляет около 1%.

За 70 лет жизни человек получит дозу, равную -200 мЗв от постоянно воздействующих или «сверххронических» источников излучения и примерно 100 мЗв от медицинского облучения, где оно происходит за секунды или минуты, т.е. от «сверхострого» облучения Вклад аварийных источников облучения и особенно остальных техногенных в общее облучение россиянина, проживающего вне зон радиоактивного загрязнения, ничтожно мал.

Из приведенных данных видно, что медицинское облучение является наиболее важным среди всего облучения, созданного человеком. При этом профессиональное облучение ограничено (нормировано) годовой дозой 20 мЗв.

Облучение пациентов в медицине не ограничивается кроме профилактического (флюорографического) - 1 мЗв, так как считается, что польза, получаемая пациентом при проведении исследования превышает вред от его облучения.

## 2.5 Описание урана и его изотопа, урана-238

Уран, элемент с порядковым номером 92, самый тяжелый из встречающихся в природе. Использовался он еще в начале нашей эры, осколки керамики с желтой глазурью (содержащие более 1% оксида урана) находились среди развалин Помпеи и Геркуланума.

Уран был открыт в 1789 году в урановой смолке немецким химиком Мартоном Генрихом Клапротом, назвавшего его в честь планеты уран, открытой в 1781. Впервые получил металлический уран французский химик Юджин Пелиго в 1841, восстановив безводный тетрахлорид урана калием. В 1896 году Антуан-Анри Беккерель открывает явление радиоактивности урана случайным засвечиванием фотопластинок ионизирующим излучением от оказавшегося поблизости кусочка соли урана.

### 2.5.1 Химические и физические свойства Урана

Уран очень тяжелый, серебристо-белый глянцеватый металл. В чистом виде он немного мягче стали, ковкий, гибкий, обладает небольшими парамагнитными свойствами. Уран имеет три аллотропные формы: альфа (призматическая, стабильна до 667.7 °C), бета (четырехугольная, стабильна от 667.7 до 774.8 °C), гамма (с объемно центрированной кубической структурой, существующей от 774.8 °C до точки плавления), в которых уран наиболее податлив и удобен для обработки. Альфа-фаза - очень примечательный тип призматической структуры, состоящей из волнистых слоев атомов в чрезвычайно асимметричной призматической решетке. Такая анизотропная структура затрудняет сплав урана с другими металлами. Только молибден и ниобий могут создавать с ураном твердофазные сплавы. Правда, металлический уран может вступать во взаимодействие со многими сплавами, образуя интерметаллические соединения.

Химически уран очень активный металл. Быстро окисляясь на воздухе, он покрывается радужной пленкой оксида. Мелкий порошок урана самовоспламеняется на воздухе, он зажигается при температуре 150-175 °C, образуя U3O8. При 1000 °C уран соединяется с азотом, образуя желтый нитрид урана. Вода способна разъедать металл, медленно при низкой температуре, и быстро при высокой. Уран растворяется в соляной, азотной и других кислотах, образуя четырехвалентные соли, зато не взаимодействует с щелочами. Уран вытесняет водород из неорганических кислот и солевых растворов таких металлов как ртуть, серебро, медь, олово, платина и золото. При сильном встряхивании металлические частицы урана начинают светиться.

Уран имеет четыре степени окисления - III-VI. Шестивалентные соединения включают в себя триокись уранила UO3 и уранилхлорид урана UO2Cl2. Тетрахлорид урана UCl4 и диоксид урана UO2 - примеры четырехвалентного урана. Вещества, содержащие четырехвалентный уран обычно нестабильны и обращаются в шестивалентные при длительном пребывании на воздухе. Ураниловые соли, такие как уранилхлорид распадаются в присутствии яркого света или органики.

*Изотоп урана U-238.*

Ура́н (устаревший вариант — *ура́ний*) — химический элемент с [атомным номером](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE) 92 в периодической системе, атомная масса 238,029; обозначается символом U ([лат.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Uranium*), относится к семейству актиноидов.

Ура́н / Uranium (U)

|  |  |
| --- | --- |
| [Атомный номер](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE) | 92 |
| *Свойства атома* |
| Атомная масса ([молярная масса](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0)) | 238,0289 а. е. м. ([г](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC)/моль) |
| [Радиус атома](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D1%83%D1%81_%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0) | 138 пм |
| [Энергия ионизации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8) (первый электрон) | 686,4(7,11) кДж/[моль](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%8C) (эВ) |
| [Электронная конфигурация](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B8%D0%B3%D1%83%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) | [Rn] 5f3 6d1 7s2 |
| *Химические свойства* |
| Ковалентный радиус | 142 [пм](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) |
| Радиус иона | (+6e) 80 (+4e) 97 [пм](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) |
| Электроотрицательность (по Полингу) | 1,38 |
| [Электродный потенциал](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B0%D0%BB) | U←U4+ -1,38ВU←U3+ -1,66ВU←U2+ -0,1В |
| Степени окисления | 6, 5, 4, 3 |
| *Термодинамические свойства простого вещества* |
| [Плотность](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0) | 19,05 г/[см](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80)³ |
| Молярная теплоёмкость | 27,67[[1]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD_%28%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%29#cite_note-.D0.A5.D0.AD-0)Дж/([K](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B8%D0%BD)·моль) |
| [Теплопроводность](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) | 27,5 Вт/([м](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80)·K) |
| [Температура плавления](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) | 1405,5 K |
| [Теплота плавления](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) | 12,6 кДж/[моль](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%8C) |
| Температура кипения | 4018 [K](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B8%D0%BD) |
| Теплота испарения | 417 [кДж](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%BE%D1%83%D0%BB%D1%8C)/моль |
| [Молярный объём](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BE%D0%B1%D1%8A%D1%91%D0%BC) | 12,5 см³/[моль](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%8C) |
| *Кристаллическая решётка простого вещества* |
| Структура решётки | орторомбическая |
| [Параметры решётки](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%B4_%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D1%88%D1%91%D1%82%D0%BA%D0%B8) | 2,850 Å |
| Отношение c/a | n/a |
| [Температура Дебая](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0_%D0%94%D0%B5%D0%B1%D0%B0%D1%8F) | n/a K |

### 2.5.2 Нахождение в природе

**Уранинитовая руда**

Уран широко распространён в природе. [Кларк](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE) урана составляет 1·10-3% (вес.). Количество урана в слое литосферы толщиной 20 км оценивается в 1,3·1014 т.

Основная масса урана находится в кислых породах с высоким содержанием [кремния](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9). Значительная масса урана сконцентрирована в осадочных породах, особенно обогащённых органикой. В больших количествах как примесь уран присутствует в ториевых и редкоземельных минералах (ортит, [сфен](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%84%D0%B5%D0%BD) CaTiO3[SiO4], монацит (La,Ce)PO4, [циркон](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BD) ZrSiO4, ксенотим YPO4 и др.). Важнейшими урановыми рудами являются [настуран](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%BD) (урановая смолка), уранинит и карнотит. Основными минералами — спутниками урана являются [молибденит](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B1%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%82) MoS2, галенит PbS, [кварц](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%86) SiO2, кальцит CaCO3, [гидромусковит](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%93%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%83%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%82&action=edit&redlink=1) и др.Содержание урана в минералах смотреть в (таблице № 12 , в приложении А).

Основными формами нахождений урана в природе являются уранинит, настуран (урановая смолка) и урановые черни. Они отличаются только формами нахождения; имеется возрастная зависимость: уранинит присутствует преимущественно в древних (докембрийских породах), настуран — вулканогенный и гидротермальный — преимущественно в [палеозойских](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%B9) и более молодых высоко- и среднетемпературных образованиях; урановые черни — в основном в молодых — кайнозойских и моложе образованиях — преимущественно в низкотемпературных [осадочных породах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%8B).

Содержание урана в земной коре составляет 0,003 %, он встречается в поверхностном слое земли в виде четырех видов отложений. Во-первых, это жилы уранинита, или урановой смолки (диоксид урана UO2), очень богатые ураном, но редко встречающиеся. Им сопутствуют отложения радия, так как радий является прямым продуктом изотопного распада урана. Такие жилы встречаются в [Заире](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B8%D1%80), Канаде (Большое Медвежье озеро), [Чехии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%85%D0%B8%D1%8F) и Франции. Вторым источником урана являются [конгломераты](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82) ториевой и урановой руды совместно с рудами других важных минералов. Конгломераты обычно содержат достаточные для извлечения количества золота и [серебра](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B1%D1%80%D0%BE), а сопутствующими элементами становятся уран и торий. Большие месторождения этих руд находятся в Канаде, ЮАР, России и Австралии. Третьим источником урана являются осадочные породы и [песчаники](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%81%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BA), богатые минералом карнотитом (уранил-ванадат калия), который содержит, кроме урана, значительное количество ванадия и других элементов. Такие руды встречаются в западных штатах [США](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%A8%D0%90). Железоурановые сланцы и фосфатные руды составляют четвертый источник отложений. Богатые отложения обнаружены в глинистых сланцах [Швеции](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B2%D0%B5%D1%86%D0%B8%D1%8F). Некоторые фосфатные руды Марокко и США содержат значительные количества урана, а фосфатные залежи в [Анголе](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%B0) и Центральноафриканской Республике еще более богаты ураном. Большинство лигнитов и некоторые [угли](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%B5%D0%BC%D1%8B%D0%B9_%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C) обычно содержат примеси урана. Богатые ураном отложения лигнитов обнаружены в Северной и Южной Дакоте (США) и битумных углях Испании и [Чехии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%85%D0%B8%D1%8F).[10]

### 2.5.3 Изотопы

Природный уран состоит из смеси трёх изотопов: [238U](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD-238) — 99,2739 % (период полураспада*T*1/2 = 4,468×109 лет), [235U](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD-235) — 0,7024 % (*T*1/2 = 7,038×108 лет) и 234U — 0,0057 % (*T*1/2 = 2,455×105 лет). Последний изотоп является не первичным, а радиогенным, он входит в состав радиоактивного ряда 238U.

[Радиоактивность](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) природного урана обусловлена в основном изотопами 238U и 234U, в равновесии их удельные активности равны. Удельная активность изотопа 235U в природном уране в 21 раз меньше активности 238U.

Известно 11 искусственных радиоактивных изотопов урана с массовыми числами от 227 до 240. Наиболее долгоживущий из них — 233U (*T*1/2 = 1,62×105лет) получается при облучении тория[нейтронами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD) и способен к спонтанному делению тепловыми нейтронами.

Изотопы урана 238U и 235U являются родоначальниками двух радиоактивных рядов. Конечными элементами этих рядов являются изотопы [свинца](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%86)206Pb и 207Pb.

В природных условиях распространены в основном изотопы 234U: 235U : 238U = 0,0054 : 0,711 : 99,283. Половина радиоактивности природного урана обусловлена изотопом 234U. Изотоп 234U образуется за счёт распада 238U. Для двух последних в отличие от других пар изотопов и независимо от высокой миграционной способности урана характерно [географическое](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F) постоянство отношенияU238/U235=137,88. Величина этого отношения зависит от возраста урана. Многочисленные натурные измерения показали его незначительные колебания. Так в роллах величина этого отношения относительно эталона изменяется в пределах 0,9959 −1,0042, в солях — 0,996 — 1,005. В урансодержащих минералах (настуран, урановая чернь, циртолит, редкоземельные руды) величина этого отношения колеблется в пределах 137,30 — 138,51; причём различие между [формами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0) UIV и UVI не установлено; в сфене — 138,4. В отдельных метеоритах выявлен недостаток изотопа 235U. Наименьшая его [концентрация](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) в земных условиях найдена в 1972 г. французским исследователем Бужигесом в местечке Окло в Африке(месторождение в [Габоне](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D0%BD)). Так в нормальном уране содержится 0,7025 % урана 235U, тогда как в Окло оно уменьшаются до 0,557 %. Это послужило подтверждением [гипотезы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B0) о наличии природного ядерного реактора, ведущего к выгоранию изотопа, предсказанной Джордж Ветрилл (George W. Wetherill) из Калифорнийского университета в ЛосАнджелесе и Марк Ингрэмом (Mark G. Inghram) из Чикагского университета и Полом Курода (Paul K. Kuroda), химиком из Университета Арканзаса, ещё в 1956 г. описавшим процесс. Кроме этого, в этих же округах найдены природные ядерные реакторы: Окелобондо, Бангомбе (Bangombe) и др. В настоящее время известно около 17 природных ядерных реакторов.

### 2.5.4 Получение

Самая первая стадия уранового производства — концентрирование. Породу дробят и смешивают с водой. Тяжёлые компоненты взвеси осаждаются быстрее. Если порода содержит первичные минералы урана, то они осаждаются быстро: это тяжёлые минералы. Вторичные минералы урана легче, в этом случае раньше оседает тяжёлая пустая порода. (Впрочем, далеко не всегда она действительно пустая; в ней могут быть многие полезные элементы, в том числе и уран).

Следующая стадия — выщелачивание концентратов, перевод урана в раствор. Применяют кислотное и щелочное выщелачивание. Первое — дешевле, поскольку для извлечения урана используют [серную кислоту](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0). Но если в исходном сырье, как, например, в урановой *смолке*, уран находится в четырёхвалентном состоянии, то этот способ неприменим: четырёхвалентный уран в серной кислоте практически не растворяется. В этом случае нужно либо прибегнуть к щелочному выщелачиванию, либо предварительно окислять уран до шестивалентного состояния.

Не применяют кислотное выщелачивание и в тех случаях, если урановый концентрат содержит доломит или [магнезит](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%82), реагирующие с серной кислотой. В этих случаях пользуются едким натром ([гидроксидом](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4)натрия).

Проблему выщелачивания урана из [руд](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D0%B4%D0%B0) решает кислородная продувка. В нагретую до 150 °C смесь урановой руды с сульфидными минералами подают поток [кислорода](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4). При этом из сернистых минералов образуется серная кислота, которая и вымывает уран.

На следующем этапе из полученного раствора нужно избирательно выделить уран. Современные методы — [экстракция](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F) и ионный обмен — позволяют решить эту проблему.

Раствор содержит не только уран, но и другие [катионы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BE%D0%BD). Некоторые из них в определённых условиях ведут себя так же, как уран: экстрагируются теми же органическими растворителями, оседают на тех же ионообменных смолах, выпадают в осадок при тех же условиях. Поэтому для селективного выделения урана приходится использовать многие окислительно-восстановительные реакции, чтобы на каждой стадии избавляться от того или иного нежелательного попутчика. На современных ионообменных смолах уран выделяется весьма селективно.

Методы *ионного обмена и экстракции* хороши ещё и тем, что позволяют достаточно полно извлекать уран из бедных растворов (содержание урана — десятые доли грамма на литр).

После этих операций уран переводят в твёрдое состояние — в один из оксидов или в тетрафторид UF4. Но этот уран ещё надо очистить от примесей с большим сечением захвата тепловых нейтронов — [бора](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D1%80_%28%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%29), кадмия, [гафния](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D1%84%D0%BD%D0%B8%D0%B9). Их содержание в конечном продукте не должно превышать стотысячных и миллионных долей процента. Для удаления этих примесей технически чистое соединение урана растворяют в азотной кислоте. При этом образуется [уранилнитрат](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BB%D0%BD%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82) UO2(NO3)2, который при экстракции трибутил-фосфатом и некоторыми другими веществами дополнительно очищается до нужных кондиций. Затем это вещество кристаллизуют (или осаждают пероксид UO4·2H2O) и начинают осторожно прокаливать. В результате этой операции образуется трёхокись урана UO3, которую восстанавливают водородом до UO2.

На диоксид урана UO2 при температуре от 430 до 600 °C воздействуют сухим фтористым водородом для получения тетрафторида UF4. Из этого соединения восстанавливают металлический уран с помощью [кальция](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B8%D0%B9) или магния.

###

### 2.5.5 Обеднённый уран

После извлечения 235U и 234U из природного урана, оставшийся материал (уран-238) носит название «обеднённый уран», так как он обеднён 235-м изотопом. По некоторым данным, в США хранится около 560 000 тонн обеднённого гексафторида урана (UF6).

Обеднённый уран в два раза менее радиоактивен, чем природный уран, в основном за счёт удаления из него 234U. Из-за того, что основное использование урана — производство энергии, обеднённый уран — малополезный продукт с низкой экономической ценностью.

В основном его использование связано с большой плотностью урана и относительно низкой его стоимостью. Обеднённый уран используется для радиационной защиты (как это ни странно) и как балластная масса в аэрокосмических применениях, таких как рулевые поверхности летательных аппаратов. В каждом самолёте «[Боинг-747](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%B8%D0%BD%D0%B3-747)» содержится 1500 кг обеднённого урана для этих целей. Ещё этот материал применяется в высокоскоростных роторах гироскопов, больших маховиках, как балласт в космических спускаемых аппаратах и гоночных яхтах, при бурении нефтяных скважин.[10]

###

### 2.5.6 Физиологическое действие

В микроколичествах (10−5—10−8 %) обнаруживается в тканях растений, животных и человека. В наибольшей степени накапливается некоторыми грибами и водорослями. Соединения урана всасываются в желудочно-кишечном тракте (около 1 %), в легких — 50 %. Основные депо в организме: [селезёнка](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B7%D1%91%D0%BD%D0%BA%D0%B0), почки, [скелет](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%82), печень, [лёгкие](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%91%D0%B3%D0%BA%D0%B8%D0%B5) и бронхо-лёгочные лимфатические узлы. Содержание в органах и тканях человека и животных не превышает 10−7г.

Уран и его соединения токсичны. Особенно опасны аэрозоли урана и его соединений. Для аэрозолей растворимых в воде соединений урана [ПДК](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%94%D0%9A) в воздухе 0,015 мг/м³, для нерастворимых форм урана ПДК 0,075 мг/м³. При попадании в организм уран действует на все органы, являясь общеклеточным ядом. Уран практически необратимо, как и многие другие тяжелые металлы, связывается с белками, прежде всего, с сульфидными группами аминокислот, нарушая их функцию. Молекулярный механизм действия урана связан с его способностью подавлять активность ферментов. В первую очередь поражаются [почки](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B0_%28%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%8F%29) (появляются белок и [сахар](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%85%D0%B0%D1%80) в моче, олигурия). При хронической [интоксикации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) возможны нарушения кроветворения и нервной системы.[10]

### 2.5.7 Добыча урана в мире

10 стран, ответственных за 94 % мировой добычи урана

Согласно «Красной книге по урану», выпущенной ОЭСР, в 2005 добыто 41 250 тонн урана (в 2003 — 35 492 тонны). Согласно данным ОЭСР, в мире функционирует 440 [реакторов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80) коммерческого назначения, которые потребляют в год 67 тыс. тонн урана. Это означает, что его производство обеспечивает лишь 60 % объёма его потребления (остальное извлекается из старых ядерных боеголовок).Добыча по странам в тоннах по содержанию U на 2005—2006 гг. (смотреть таблицу № 13, приложение А).

### *Добыча в России*

В СССР основными уранорудными регионами были Украина (месторождение Желтореченское, Первомайское и др.), Казахстан (Северный — Балкашинское рудное поле и др.; Южный — Кызылсайское рудное поле и др.; Восточный; все они принадлежат преимущественно вулканогенно -гидротермальному типу); Забайкалье (Антей, Стрельцовское и др.); Средняя Азия, в основном Узбекистан с оруденениями в чёрных сланцах с центром в г. Учкудук. Имеется масса мелких рудопроявлений и проявлений. В России основным урановорудным регионом осталось Забайкалье. На месторождении в Читинской области (около города [Краснокаменск](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%BA)) добывается около 93 % российского урана. Добычу осуществляет шахтным способом «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (ППГХО), входящее в состав [ОАО «Атомредметзолото»](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B7%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BE) (Урановый холдинг).

Остальные 7 % получают методом подземного выщелачивания ЗАО «Далур» ([Курганская область](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C)) и ОАО «Хиагда» (Бурятия).

Полученные руды и урановый концентрат перерабатываются на Чепецком механическом заводе.

### *Добыча в Казахстане*

В [Казахстане](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%85%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD) сосредоточена примерно пятая часть мировых запасов урана (21% и 2 место в мире). Общие ресурсы урана порядка 1,5 млн. тонн, из них около 1,1 млн. тонн можно добывать методом подземного выщелачивания.

В 2009 году Казахстан вышел на первое место в мире по добыче урана (добыто 13 500 тонн).

### *Добыча на Украине*

Основное предприятие — Восточный горно-обогатительный комбинат в городе [Жёлтые Воды](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D1%91%D0%BB%D1%82%D1%8B%D0%B5_%D0%92%D0%BE%D0%B4%D1%8B).[10]

### 2.5.8 Применение

Хотя уран-238 не может быть использован как первичный делящийся материал, из-за высокой энергии нейтронов, необходимых для его деления, он занимает важное место в ядерной отрасли.

Имея высокую плотность и атомный вес, U-238 пригоден для изготовления из него оболочек заряда рефлектора в устройствах синтеза и деления. Тот факт, что он делится быстрыми нейтронами, увеличивает энерговыход заряда: косвенно, размножением отраженных нейтронов; непосредственно при делении ядер оболочки быстрыми нейтронами (при синтезе). Примерно 40% нейтронов, образованных при делении и все нейтроны синтеза обладают достаточными для деления U-238 энергиями.

U-238 имеет интенсивность спонтанного деления в 35 раз более высокую, чем U-235, 5.51 делений/с\*кг. Это делает невозможным применение его в качестве оболочки заряда рефлектора в пушечных бомбах, ибо подходящая его масса (200-300 кг) создаст слишком высокий нейтронный фон.

Чистый U-238 имеет удельную радиоактивность 0.333 микрокюри/г.

Важная область применения этого изотопа урана - производство плутония-239. Плутоний образуется в ходе нескольких реакций, начинающихся после захвата атомом U-238 нейтрона. Любое реакторное топливо, содержащее природный или частично обогащенный по 235-му изотопу уран, после окончания топливного цикла содержит в себе определенную долю плутония.[10]

### 2.5.9 Цепочка распада урана-238

Изотоп уран–238, его в природном уране больше, чем 99 %. Этот изотоп является и самым устойчивым, тепловыми нейтронами его ядро расщепить нельзя. Для того, чтобы разделить 238U, нейтрону нужна дополнительная кинетическая энергия 1.4 МэВ. Ядерный реактор из чистого урана–238 ни при каких условиях работать не будет.

Атом урана-238, в ядре которого протоны и нейтроны едва удерживаются вместе силами сцепления. Время от времени из него вырывается компактная группа из четырех частиц: двух протонов и двух нейтронов (α-частица). Уран-238 превращается, таким образом, в торий-234, в ядре которого содержатся 90 протонов и 144 нейтрона. Но торий-234 также нестабилен. Его превращение происходит, однако, не так, как в предыдущем случае: один из его нейтронов превращается в протон, и торий-234 превращается в протактиний-234, в ядре которого содержатся 91 протон и 143 нейтрона. Эта метаморфоза, произошедшая в ядре, сказывается и на движущихся по своим орбитам электронах: один из них становится неспаренным и вылетает из атома. Протактиний очень нестабилен, и ему требуется совсем немного времени на превращение. Далее следуют иные превращения, сопровождаемые излучениями, и вся эта цепочка, в конце концов, оканчивается стабильным нуклидом свинца (смотреть рисунок № 7, приложение Б).

Важнейшим обстоятельством для ядерной энергетики оказывается то, что наиболее распространённый изотоп урана238U тоже является потенциальным источником ядерного горючего. И Сциллард, и Ферми были правы, предполагая, что поглощение нейтронов ураном приведёт к образованию новых элементов. Действительно, при столкновении с тепловым нейтроном уран-238 не делится, вместо этого ядро поглощает нейтрон. В среднем за 23.5 минуты один из нейтронов в ядре превращается в протон (с вылетом электрона, реакция β - распада), и ядроурана-239 становится ядром нептуния-239 (239Np). Через 2.4 суток происходит второй β - распад и образуется плутоний-239 (239Pu).

В результате последовательного поглощения нейтронов в ядерном реакторе могут быть наработаны элементы ещё более тяжёлые, чем плутоний.

В природных минералах и урановой руде обнаруживались только микроколичества 239Pu, 244Pu и 237Np, так что в естественной среде трансурановые элементы (более тяжёлые, чем уран), практически не встречаются.

Изотопы урана, существующие в природе, не совсем стабильны по отношению к α-распаду и спонтанному делению, однако распадаются очень медленно: *период полураспада* урана-238 равен 4.5 миллиардам лет, а урана-235 – 710 миллионам лет. Из-за малой частоты ядерных реакций такие долгоживущие изотопы не являются опасными источниками радиации. Слиток природного урана можно держать в руках без вреда для здоровья. Его удельная *активность* равна 0.67 мКи/кг (Ки – кюри, внесистемная единица активности, равная 3.7\*1010распадов за секунду).

##

## 2.6 Биологические эффекты радиации

О том, что облучение рентгеновскими или гамма-лучами может вызывать тяжелые последствия для здоровья, стало известно вскоре после их открытия. Ученые, работавшие в первые годы с источниками ионизирующего излучения, традиционно имели лучевые поражения. Но основные сведения о вредном действии ионизирующих излучений были получены в специальных исследованиях на животных и в массовых наблюдениях за людьми, работавшими в первые десятилетия с источниками ионизирующего излучения: рентгенологами, радиологами, шахтерами урановых рудников, работницами, наносившими на циферблаты часов и приборов светящуюся массу, содержащую радиоактивные вещества. У них отмечалась повышенная заболеваемость злокачественными опухолями разной локализации и лейкозами, что приводило к сокращению продолжительности их жизни, Много сведений дали длительные наблюдения за пациентами, получавшими облучение в больших дозах в связи с лечением незлокачественных заболеваний, что часто осуществлялось в 20-40 годы. Наконец, тщательные наблюдения за японцами, выжившими после варварской атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки, явились серьезным вкладом в общую сумму знаний о радиационных поражениях и отдаленных эффектах воздействия ионизирующих излучений. Однако перечисленные выше наблюдения относятся к случаям облучения человека (однократного или хронического) в больших дозах - 1 Гр и более).

Значительно меньше было достоверных сведений о действии средних и, в особенности, малых доз облучения, которыми люди подвергаются в обычной жизни и на работе. И только радиационно-эпидемдиационно-эпидемлиз последних десятилетий позволил заполнить и эту белую страницу недавних неопределенностей.

При воздействии ионизирующего излучения на биологический объект происходит гибель клеток (рисунок № 8, приложение Б). Количество гибнущих клеток возрастает с увеличением дозы. В связи с этим подавляющее большинство ученых радиобиологов считает, что радиация является единственным естественным фактором, который формально нежелателен в любых количествах. Малые дозы радиации, хотя и не вызывают никаких заметных органных и тем более организменных изменений, но они могут иногда подтолкнуть те процессы изменений в организме, которые в конечном итоге ведут к злокачественному перерождению ткани. Вероятность этих процессов возрастает с дозой, а потому желательна ее минимизация.

Правда есть и ученые, которые считают, что такие небольшие раздражители как малые дозы радиации даже нужны и полезны для организма. Они, как это известно из сельскохозяйственной практики, стимулируют деятельность организма, усиливают обменные процессы, стимулируют быстрый рост, созревание, зрелость. И более раннюю смерть - подчеркивают их оппоненты. Поэтому для человека этот прекрасный фильм под названием «Жизнь» пройдет быстрее. А этого он, как правило, не хочет.

В настоящее время имеется несколько классификаций вредных эффектов действия ионизирующих излучений на живой организм. Прежде всего эффекты делят на пороговые, детерминистские (нестохастические) и беспороговые вероятностные (стохастические). Для возникновения детерминистских нестохастических эффектов необходимо превышение определенной дозы, после чего лишь могут возникнуть такие проявления как лучевая болезнь, лучевое поражение кожи, лучевая катаракта. Тяжесть развития этих эффектов зависит от степени превышения пороговой дозы облучения. К числу беспороговых вероятностных стохастических эффектов радиации относятся злокачественные новообразования и наследственные изменения. Здесь от дозы зависит только вероятность их возникновения, но не тяжесть заболевания.[6]

## 2.7 Решение задач по радиации

**Задача №1**

***Дано:***

238U

А=200Бк;

T½=4,5 млрд. лет;

М=238,03 г.

***Требуется определить:*** Массу 200 Бк изотопа238U

***Решение :***

*m = 0.24\*10-23\*М\*T½*(9)

Где:

T½- период полураспада, с;

М- относительная атомная масса, г;



где Т1/2 – период полураспада;

λ – постоянная распада.



где А – скорость распада;

N–число ядер.



= 0,24 \*10-23 \* Т1/2 \*А

где А – активность;

L0 – число Авагадро = 6,02\*1023 моль-1.

m = 0.24\*10-23\*200\*238,03\*1,42\*1017= 1,62\*10-2 г

***Ответ:*** m238U=1,62\*10-2 г

**Задача №2**

***Дано:***

m = 2000г;

М= 238,03г;

T½=4,5 млрд. лет.

***Требуется определить:*** А- активность.

***Решение:***

*А =m/0.24\*10-23\*А\*T½*(10)

Где:

m- масса данного изотопа.

А = 2000/0.24\*10-23\*238,03\*1,42\*1017=2,47\*10-3Бк

***Ответ:*** А=2,47\*10-3Бк

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица № 1

Поправка учитывающая продольный уклон улицы или дороги



|  |  |
| --- | --- |
| Продольный уклон улицы или дороги, % | , дБА  |
|  | Доля средств грузового и общественного транспорта в потоке, % |
|  | 0  | 5  | 20  | 40  | 100  |
| 2 | 0,5  | 1  | 1  | 1,5  | 1,5  |
| 4 | 1  | 1,5  | 2,5  | 2,5  | 3  |
| 6 | 1  | 2,5  | 3,5  | 4  | 5  |
| 8 | 1,5  | 3,5  | 4,5  | 5,5  | 6,5  |
| 10 | 2  | 4,5  | 6  | 7  | 8  |

Таблица № 2

Поправка , учитывающая влияние отраженного звука



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип застройки  | Односторонняя  | Двусторонняя |
|  |  | отношение  |
|  |  | 0,05  | 0,25  | 0,4 | 0,55  | 0,7  |
| , дБА  | 1,5  | 1,5  | 2,0  | 2,5 | 3  | 3,5  |

Таблица № 3

Средние значения уровней звукового давления, ряда источников шума.

Таблица № 4

Октавные полосы частот с граничными среднегеометрическими частотами.

Таблица № 5

Относительная частотная характеристика кривой коррекции *А.*

Таблица № 6

Сложение уровней звукового давления.

Таблица №7

Звукоизоляция окон и глухих остекленных витражей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N пп  | Конструкция окна  | Формула остекления (толщина стекол и воздушных промежутков в мм) | Количество уплотняющих прокладок в притворе  | , дБА  |
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
| Окна деревянные |
| 1. | Одинарное со стеклопакетом ОСП (#M12291 9055786ГОСТ 24700-81#S) | 3+12+3  | 1  | 25  |
| 2. | То же  | 4+16+4  | 2  | 27  |
| 3. | Спаренное ОС (#M12293 0 9055783 3271140448 4264252782 247265662 4292034300 557313239 2960271974 3594606034 4293087986ГОСТ 11214-86#S) | 3+57+3  | 1  | 26  |
| 4. | То же | 4+56+4  | 2  | 28  |
| 5. | Раздельное ОР (#M12293 0 9055783 3271140448 4264252782 247265662 4292034300 557313239 2960271974 3594606034 4293087986ГОСТ 11214-86#S) | 3+92+3  | 1  | 28  |
| 6. | То же | 3+92+3  | 2  | 30  |
| 7. | То же | 4+91+4  | 2  | 31  |
| 8. | То же | 3+90+6  | 2  | 32  |
| 9. | Раздельное со стеклопакетом и стеклом 03 РСП (#M12293 0 9055785 3271140448 3005608049 247265662 4292034300 557313239 2960271974 3594606034 4293087986ГОСТ 24699-81#S) | 3+16+3+57+3  | 3  | 32  |
| 10. | То же | 4+14+4+57+4  | 3  | 33  |
| 11. | Раздельно-спаренное 03 PC (#M12293 0 9055784 3271140448 750120678 247265662 4292034300 557313239 2960271974 3594606034 4293087986ГОСТ 16289-80#S) | 3+54+3+46+3  | 3  | 33  |
| 12. | То же | 4+54+4+46+4  | 3  | 35  |
| 13. | Дерево-алюминиевый оконный блок спаренный | 5+70+5  | 2  | 31  |
| Металлические витражи с глухим остеклением |
| 14. | Одинарный со стеклопакетом | 4+16+4  | - | 28  |
| 15. | То же | 4+30+4  | - | 29  |
| 16. | То же | 8+25+8  | - | 33  |
| 17. | Двойной | 4+100+4  | - | 33  |
| 18. | То же | 4+200 +4  | - | 35  |
| 19. | То же | 8+100+8  | - | 37  |
| 20. | То же | 8+200+8  | - | 39  |
| 21. | То же | 8+400+8  | - | 41  |
| 22. | То же | 8+650+8  | - | 43  |
| Окна повышенной звукоизоляции |
| 23. | Окно раздельное 2 РШ (МНИИТЭП) | 5+129+5  | 2  | 36  |
| 24. | Окно раздельное со стеклопакетом и стеклом (МНИИТЭП) | 6+8+4+117+6  | 2  | 41  |
| 25. | Окно алюминиевое со стеклопакетом и стеклом | 4+20+4+150+4  | 2  | 39  |
| Шумозащитные вентиляционные окна |
| 26. | Раздельное окно с клапаном-глушителем (КГ) 300 мм (МНИИТЭП) | 4+90+4  | 2  | 31----22  |
| 27. | ОШВ, окно с тройным остеклением (КТБ МОСМ, НИИСФ) | 3+22+3+92+3  | 2  | 33----23  |
| 28. | Окно спаренное с вертикальным каналом (НИИСФ) | 3+57+3  | 1  | 26----24  |
| 29. | Окно раздельное ОШВМ (КТБ МОСМ, НИИСФ) | 3+117+3  | 2  | 31----24  |
| 30. | Окно раздельное с КГ 600 мм (МНИИТЭП) | 4+90+4  | 2  | 31----26  |
| 31. | Окно раздельное с вертикальным каналом (НИИСФ) | 4+90+4  | 2  | 31----28 |

Примечания: 1. Данные, приведенные в таблице, являются ориентировочными; более точные характеристики звукоизоляции следует брать из сертификатов организаций - изготовителей окон.

Таблица №8

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Условия излучения | , рад. | , дБ  |
| В пространство - источник на колонне в помещении, на мачте, трубе | 4 | 11  |
| В полупространство - источник на полу, на земле, на стене | 2 | 8  |
| В 1/4 пространства - источник в двухгранном углу (на полу близко от одной стены) |  | 5  |
| В 1/8 пространства - источник в трехгранном углу (на полу близко от двух стен) | /2  | 2  |

Таблица № 9 коэффициент поглощения звука в воздухе

| Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Коэффициент поглощения звука в воздухе, , дБ/км | 0 | 0.3 | 1.1 | 2.8 | 5.2 | 9.6 | 25 | 83 |

Таблица №10

Взвешивающие коэффициенты для тканей и органов при эффективной дозе облучения

Таблица №11

Средние эффективные годовые дозы облучения человека в России

|  |  |
| --- | --- |
|  | Средняя индивидуальная |
| Виды и источники облучения | эффективная доза, |
|  | мкЗв на чел. |
| I. Природное (70%): |  |
| 1. Космические лучи на | 320 |
| Поверхности Земли |  |
| 2. /Гамма-излучение: |  |
| Фоновое | 300 |
| Дополнительное | 110 |
| (стройматриалы) |  |
| 3. Внутреннее облучение: |  |
| Бета-излучатели | 200 |
| Альфа-излучатели | 160 |
| 4. Радионуклиды радона | 1800 |
| и продукты их распада |  |
| ВСЕГО | -2900 |
| II. Медицинское (-29%): |  |
| 1. Рентгенодиагностика | 1070 |
| 2. Радионуклидная диагностика | 30 |
| ВСЕГО | 1100 |
| Ш.Техногенное (<1%): |  |
| 1. Атомная энергетика | 0,1 |
| 2. Профессиональное | 3,0 |
| ВСЕГО | 3 |
| IV. Аварийное (~1%): |  |
| 1. Испытания ядерного оружия | 17 |
| радиационные аварии |  |
| 2. Последствия аварий на ЧАЭС | 30 |
| и на Урале |  |
| ВСЕГО | 47 |
| **ИТОГО** | **~4000** |

Таблица №12

Содержание урана в минералах

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Минерал | Основной состав минерала | Содержание урана, % |
| Уранинит | UO2, UO3 + ThO2, CeO2 | 65-74 |
| [Карнотит](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%82&action=edit&redlink=1) | K2(UO2)2(VO4)2·2H2O | ~50 |
| Казолит | PbO2·UO3·SiO2·H2O | ~40 |
| [Самарскит](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%82) | (Y, Er, Ce, U, Ca, Fe, Pb, Th)·(Nb, Ta, Ti, Sn)2O6 | 3.15-14 |
| Браннерит | (U, Ca, Fe, Y, Th)3Ti5O15 | 40 |
| [Тюямунит](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A2%D1%8E%D1%8F%D0%BC%D1%83%D0%BD%D0%B8%D1%82&action=edit&redlink=1) | CaO·2UO3·V2O5·nH2O | 50-60 |
| Цейнерит | Cu(UO2)2(AsO4)2·nH2O | 50-53 |
| [Отенит](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9E%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%82&action=edit&redlink=1) | Ca(UO2)2(PO4)2·nH2O | ~50 |
| Шрекингерит | Ca3NaUO2(CO3)3SO4(OH)·9H2O | 25 |
| [Уранофан](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%84%D0%B0%D0%BD&action=edit&redlink=1) | CaO·UO2·2SiO2·6H2O | ~57 |
| Фергюсонит | (Y, Ce)(Fe, U)(Nb, Ta)O4 | 0.2-8 |
| [Торбернит](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%82) | Cu(UO2)2(PO4)2·nH2O | ~50 |
| Коффинит | U(SiO4)1-x(OH)4x | ~50 |

Таблица № 13

Добыча по странам в тоннах по содержанию U на 2005—2006 гг.

|  |  |
| --- | --- |
| Страна | 2005 год |
| Канада | 11 410 |
| Австралия | 9044 |
| Казахстан | 4020 |
| Россия | 3570 |
| США | 1249 |
| Украина | 920 |
| Китай | 920 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

Рисунок № 1

Зависимость длины волны в воздухе от частоты при температуре 20°С.

Рисунок № 2 Кривые равной громкости

Рисунок № 3 Снижение уровня звука с расстоянием

1 - улица, 2 полосы движения; 2 - улица, 4 полосы движения; 3 - улица, 6 полос движения; 4 - улица, 8 полос движения; 5 - трамвай (); 6 - трамвай ()

Рисунок № 4

Расчетная схема для определения ожидаемых уровней шума:

и.ш- источник, шума; а.ц - акустический центр; р.т -расчетная точка

Рисунок № 5

Рисунок № 6

Три вида излучений и их проникающая способность.

Рисунок № 7 Распад урана-238

Рисунок № 8

Рисунок № 9 Схема действия ионизирующего излучения


# Нормирование шума в жилых зданиях


# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Защита от шума в градостроительстве/Г.Л. Осипов, В.Е. Коробков, А.А. Климухин и др.; Под ред. Г.Л. Осипова.—М.: Стройиздат, 1993.—96 с: ил.— (Справочник проектировщика).

1. Осипов Г.Л. «Защита зданий от шума» Издательство литературы по строительству. Москва -1972.
2. ПОСОБИЕ К #M12291 1200000486МГСН 2.04-97#S ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ОТ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА И ВИБРАЦИЙ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ. РАЗРАБОТАНО Научно-исследовательским институтом строительной физики (НИИСФ) Российской академии архитектуры и строительных наук (докт. техн. наук Осипов Г.Л., канд. техн. наук Климухин А.А.) и Московским научно-исследовательским и проектным институтом типологии, экспериментального проектирования (МНИИТЭП) (инж. Лалаев Э.М., Федоров Н.Н., канд. техн. наук Прохода А.С.). ПОДГОТОВЛЕНО к утверждению и изданию Управлением перспективного проектирования и нормативов Москомархитектуры (инж. Щипанов Ю.Б., Шевяков И.Ю.). УТВЕРЖДЕНО указанием Москомархитектуры от 24.08.99 N 35.
3. Романов С.Н. Биологическое действие вибрации и звука: Парадоксы и проблемы 20-ого века. Л.: Наука, 1991-158 с.-(от молекулы до организма)
4. «Рекомендации по разработке проектов санитарно-защитных зон промышленных предприятий, групп предприятий"- Москва, 1998г.
5. Радиация. Дозы, эффекты, риск : Пер. с анг. Ю.А. Банникова- М.: Мир, Р 15 1990.-79с., ил.
6. "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03"#S, утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 30 марта 2003 года, с 15 июня 2003 года.
7. СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ЗАЩИТА ОТ ШУМА. РАЗРАБОТАНЫ Научно-исследовательским институтом строительной физики (НИИСФ) РААСН.ВНЕСЕНЫ Управлением технического нормирования, стандартизации и сертификации в строительстве и ЖКХ Госстроя России. ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстроя России от 30 июня 2003 г. N 136.ВЗАМЕН СНиП II-12-77.
8. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Утверждены и введены в действие постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. № 36.
1. **Защита** от шума в градостроительстве/Г. Л. Оси­пов, В. Е. Коробков, А. А. Климухин и др.; Под ред. Г. Л. Осипова.—М.: Стройиздат, 1993.—96 с: ил.— (Справочник проектировщика). [↑](#footnote-ref-1)
2. Осипов Г.Л. «Защита зданий от шума» Издательство литературы по строительству. Москва -1972. [↑](#footnote-ref-2)
3. **Защита** от шума в градостроительстве/Г. Л. Оси­пов, В. Е. Коробков, А. А. Климухин и др.; Под ред. Г. Л. Осипова.—М.: Стройиздат, 1993.—96 с: ил.— (Справочник проектировщика). [↑](#footnote-ref-3)
4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [↑](#footnote-ref-4)