ORES

Научно-практический электронный журнал
**Оригинальные исследования (ОРИС)**, *ISSN 2222-0402*
www.ores.su
original-research.ru

**УДК 697**

# РАЗРАБОТКА ПЛАНА УТЕПЛЕНИЯ ПОДВАЛА МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА С УЧЕТОМ СТРОИТЕЛЬНЫХ НОРМ И ПРАВИЛ НА РАДОНООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

**Николаев Сергей Викторович,**
Старший преподаватель кафедры физики, биологии и инженерных технологий филиала МАГУ в г. Апатиты
qwerty-1990@yandex.ru

**Николаева Елена Владимировна,**
Студент кафедры физики, биологии и инженерных технологий
филиала МАГУ в г. Апатиты
89537562801@yandex.ru

**Аннотация**

В статье рассматриваются аспекты обеспечения радиационной безопасности для населения, проживающего на радоноопасных территория. Производится анализ полученных данных наличия дочерних продуктов распада радона с помощью радоновой ловушки. Объясняется взаимосвязь закрытых вентиляционных отверстий в подвальных помещениях с накоплением радона на первых этажах зданий. А так же разрабатывается план мероприятий по утеплению подвала многоквартирного дома, с минимизацией теплопотерь.

**Ключевые слова:** радон, радоноопасные территории, утепление, строительные нормы.

# DEVELOPMENT OF A PLAN FOR INSULATION OF THE BASEMENT OF AN APARTMENT BUILDING TAKING INTO ACCOUNT BUILDING STANDARDS AND RULES OF RADIO HAZARDOUS AREAS

**Sergey V. Nikolaev,**
Senior lecturer of the Department of Physics, Biology and Engineering Technologies Murmansk Arctic State University, Apatity Branch
qwerty-1990@yandex.ru

**Elena V. Nikolaeva,**

Student of the Department of Physics, Biology and Engineering Technologies Murmansk Arctic State University, Apatity Branch
89537562801@yandex.ru

ABSTRACT

The article discusses aspects of ensuring radiation safety for the population living in radon-hazardous territories. The analysis of the obtained data on the presence of daughter products of radon decay is carried out using a radon trap. The relationship between closed ventilation openings in basements and radon accumulation on the first floors of buildings is explained. A plan of measures for warming the basement of an apartment building is being developed, with the minimization of heat loss.

**Keywords:** radon, radon-hazardous areas, insulation, building codes.

Радиационная безопасность – это научно обоснованные мероприятия по обеспечению защиты человека, популяции в целом и объектов окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения.

Обеспечением радиационной безопасности населения является непревышение допустимых пределов доз облучения граждан от источников ионизирующего излучения. А также поддержание на возможно низком и достижимом уровне доз облучения и числа облучаемых лиц [1].

Проанализировав эпидемиологическую ситуацию по онкологии, можно заметить, что в целом, как и по России, в Мурманской области растет заболеваемость злокачественными новообразования (ЗНО). Так, в 2018 году заболеваемость ЗНО в Мурманской области составляла 3471 случай на 100 тысяч населения, тогда как в 2019 году уже 3486 случаев на 100 тысяч. Среди мужского населения на 2 месте – рак легкого, бронхов и трахеи. По итогам 2017 года в структуре смертности от ЗНО населения МО наибольший удельный вес составляли онкозаболевания дыхательных путей – 14,8 % (210 случаев). Наиболее неблагоприятная ситуация, складывается в городах Мурманск, Апатиты, Кировск, Мончегорск, Кандалакшском и Кольском районах. Сложившаяся ситуация связана со сложным географическим положением, а так же с наличием предприятий горнодобывающей промышленности [3,11].

На территории России можно выделить области потенциально превышающие радоноопасность – это Кольский полуостров, Южная Карелия и Ленинградская область, южная часть Русской платформы, Северный Кавказ, северная часть Восточно-Сибирского и Западно-Сибирского регионов, Алтай и Забайкалье, Приморский край (рис.1).

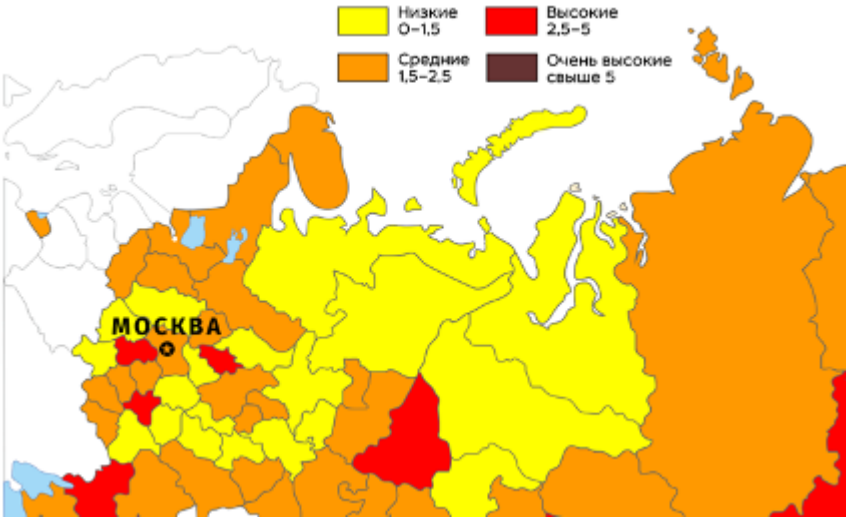


Рисунок 1. Средние дозы, получаемые от радона жителями различных регионов России (в мЗв/год) [9]

Повышенные дозы нагрузки населения характерны и для районов размещения минерально-сырьевого комплекса, энергетики и строительной индустрии.

Рак легких является 6 - й ведущей причиной смерти и основной причиной смерти от рака в мире. Подразумевается, что это преимущественно вызвано хроническим вдыханием табачного дыма и / или радиоактивного газа радона (222 Rn), часто в сочетании с лежащими в основе генетическими предрасположенностями. Радон является основной причиной рака легких у никогда не куривших и второй по значимости причиной у курящих людей. На него приходится примерно 3–20% смертей от рака легких во всем мире. Газообразные изотопы радона возникают в результате разложения урана, тория и радийсодержащих минералов в коренных породах, поверхностных материалах и грунтовых водах, которые широко распространены во всем мире. Считается, что именно горные породы являются первоисточником радона [6,9].

Целью работы является разработка плана мероприятий утеплений подвалов многоквартирного дома с учетом требований СНиП на территориях с повышенной радоноопасностью.

Мы считаем, что выбранная тема исследования достаточна актуальна на сегодняшний момент, ведь у жителей Арктического региона немало других проблем, поэтому путем принятия предложенных мер возможно потенциальное снижение количества заболевших ЗНО дыхательных путей.

Исторически считается, что облучение радоном увеличивается в регионах с холодным климатом, где население преимущественно живет в закрытых помещениях, с недостаточной циркуляцией воздуха в течение долгих периодов года, чтобы избежать неблагоприятных метеорологических условий.

Радон – это радиоактивный газ природного происхождения, который может вызвать рак легких. Газ радон инертен, не имеет цвета и запаха. Радон естественным образом присутствует в атмосфере в незначительных количествах. Радон образуется естественным образом, когда радиоактивный металл (радий, торий или уран) разрушается в горных породах, почве или грунтовых водах. Он испаряется и исчезает на открытом воздухе, поэтому уровень на улице низкий, и как правило, не является проблемой для здоровья.

Наибольшее облучение радоном происходит в домах, школах и на рабочих местах. Газ радон остается в помещении после того, как попадает в здания через трещины и другие отверстия в фундаменте.

Вдыхание большого количества радона с течением времени может увеличить риск развития рака легких. Курение – первая причина рака легких, а облучение радоном считается второй ведущей причиной.

Уровни радона обычно выше в следующих местах [8]:

•Ближе к земле, например в подвалах или подземных шахтах;

•Рядом с почвой, содержащей больше радиоактивного металла;

•В помещениях с плохой вентиляцией;

•На производствах обработки или хранения определенных продуктов, таких как фосфорные удобрения или уран;

•В плотно закрытых помещениях.

Наиболее опасно воздействие радона на детей и молодых людей в возрасте до 20 лет.

Некоторые долгосрочные исследования уранодобытчиков показали [8], что у них был более высокий риск некоторых других видов рака. Но поскольку люди с более высоким риском не подвергались воздействию большего количества радона и дочерних продуктов радона, неясно, является ли радон причиной этих видов рака. Вместо этого они могут быть связаны с урановой пылью или другими воздействиями на шахтах.

Исследования на лабораторных животных также показали повышенный риск рака легких при воздействии радона. Эти исследования показали, что вдыхание радона и его дочерних продуктов увеличивает риск опухолей легких. Риск выше, если животное вдыхает и сигаретный дым, и радон. У некоторых животных также был повышен риск некоторых других видов рака [8].

В лабораторных исследованиях с использованием человеческих клеток было также показано, что радон и его дочерние продукты вызывают повреждение хромосом (пакетов ДНК) и другие типы повреждения клеток. Подобные изменения часто наблюдаются в раковых клетках [8].

В своих более ранних работах мы проводили исследования по улавливанию дочерних продуктов распада радона с помощью радоновой ловушки, которую изготовили самостоятельно, с последующим их анализом [6].

Существуют несколько способов обнаружения радона в помещении. Фильтрационный - через слой сорбента прокачивают несколько кубометров воздуха и затем измеряют радиоактивность фильтрующего материала. Также существует метод электростатического осаждения дочерних продуктов радона на детекторе, чувствительном к альфа-излучению. В данном случае используется эффект электростатической силы, которая притягивает пылинки и микрокапли воздушной аэрозоли, концентрируя их на детекторе.

Сначала мы проверили – происходит ли оседание радиоактивных ионов на электрод ловушки. Для проведения эксперимента взяли школьный высоковольтный преобразователь «Разряд – 1» и простейший электрод (проволока), длина 1 метр и сечение 0,785 мм$^2$. Время проведения эксперимента – один час. Проверяли накопление дочерних продуктов распада на электроде методом влажного мазка. Трехкратно проводили вдоль электрода влажным ватным спонжем со сменой позиции обхвата электрода. Затем

проводили замер активности ватного спонжа. Факт оседания радиоактивных ионов дочерних продуктов распада (ДПР) радона на электроде подтвердился.

Далее необходимо было выявить зависимость увеличения активности электрода от величины его потенциала. Обнаружилось, что величина активности, а, значит, и количество частиц не зависит от изменения потенциала электрода в пределах от 600 до 4500 вольт. Дальнейшее увеличение потенциала электрода не проводилось, во избежание увеличения паразитного тока утечки с электрода и излишней электризации воздуха.

Так же проводили основную часть исследования накопления ДПР радона в помещении. В частности анализ плотности потока бета-частиц с помощью встроенного режима дозиметра-радиометра (использовался прибор Радиаскан 701А). В данном эксперименте было выявлено превышение более чем в 25 раз плотности потока бета-частиц с поверхности ловушки, которая находилась на первом этаже здания, относительно допустимых норм для населения, что может говорить о превышении концентрации радона в помещении (рис. 2).

Рисунок 2. Результат эксперимента по измерению плотности потока бета-частиц. Фото автора: Николаев С.В. 03.03.2020

Помимо этого, проводилось определение плотности потока альфа-частиц с поверхности электрода радоновой ловушки. Значения, полученные в ходе эксперимента, находились выше допустимых значений для населения (рис. 3).

Рисунок 3. Результат измерения плотности потока альфа – излучения. Фото автора: Николаев С.В. 03.03.2020

Так же в ходе данного эксперимента был подтвержден факт наличия, как альфа активных изотопов, так и бета активных изотопов в примерно равном соотношении, что подтверждается примерно равным количеством альфа и бета активных изотопов в цепочке распада радона (рис. 4).

Рисунок 4. Результат измерения плотности потока альфа – излучения. Фото автора: Николаев С.В. 03.03.2020

Так же была выявлена зависимость снижения концентрации радона в помещении в связи с проветриванием. Время проветривания варьировалось от одного до четырех часов. Исследования показали, что в помещении, которое проветривалось, концентрация продуктов распада радона снижалась в 3 и более раз. Мы сделали вывод, что концентрация радона в помещении взаимосвязана с этажностью проведения замеров. Чем выше находится жилое помещение, тем более меньшая концентрация ДПР радона обнаруживается. Частое проветривание помещений поможет снизить опасную концентрацию дочерних продуктов распада радона и улучшит благоприятную обстановку в жилом помещении [6].

Концентрация радона в зданиях зависит от [5]:

- местной геологии, например, содержание урана и проницаемость пород и почв;
- доступные пути прохождения радона из почвы в здание;
- выделение радона из строительных материалов;
- скорость обмена между внутренним и наружным воздухом, которая зависит от конструкции здания, особенностей вентиляции помещения и герметичности здания.

Радон проникает в здания через трещины в полу или в местах соединения пола со стеной. Зазоры вокруг труб или кабелей, небольшие поры в стенах из пустотелых блоков, полых стенах, отстойниках или водостоках тоже могут служить путем проникновения радона в помещение. Уровни радона обычно выше в подвалах, контактирующих с землей. Однако значительная концентрация радона может быть обнаружена и на первом этаже [5].

Уровень концентрации радона в доме существенно зависит от естественной и искусственной вентиляции помещения, а так же тщательной заделки окон, стыков стен и вертикальных коммуникационных каналов, частоты проветривания помещений и т.д. Можно привести пример, что наиболее высокие концентрации радона в жилых зданиях появляются в холодный период года. Жильцы начинают принимать меры по утеплению помещений и уменьшению обмена воздуха с окружающей средой. Однако правильно выполненная приточно-вытяжная вентиляция дает наилучшие результаты снижения

высокой концентрации радона в жилых зданиях. Анализ активности радона показывает, что даже однократный воздухообмен за час снижает концентрацию радона практически в сто раз. Характерная особенность зданий в период отопления – понижение давления в помещениях относительно атмосферного. Этот эффект приводит не просто к диффузионному поступлению радона в помещения, а к отсосу зданием радона из грунта [4].

Существуют хорошо проверенные, надежные и экономичные методы предотвращения радона в новых зданиях и снижения содержания радона в существующих жилищах. Профилактика радона должна рассматриваться при строительстве новых сооружений, особенно в радоноопасных районах. Во многих странах Европы, а также в Соединенных Штатах Америки и Китае включение защитных мер в новые здания включено в строительные нормы и правила.

Некоторые распространенные способы снижения уровня радона в существующих зданиях включают:

•усиление вентиляции под полом;

•установка системы отстойников радона в подвале или под полом;

•недопущение попадания радона из подвала в жилые помещения (герметизация полов и стен);

•улучшение вентиляции здания.

Эти меры снизить уровень концентрацию в помещениях более чем на 50% [8].

Для разработки плана мероприятий по снижению потенциально опасных концентраций радона в помещении, мы обратились к нормам СНиП по проектным размерам продухов подвальных помещений жилых зданий. В СНиП указано, что суммарная площадь продухов должна составлять около 1/400 от всей площади пола, который находится в подвальном помещении. Для сквозного проветривания продухи располагают на противоположных стенах.

В рамках исследования мы провели выборочный осмотр жилых домов и одного детского сада в г. Апатиты. Было отмечено, что во всех домах, которые были выбраны для осмотра выявлены нарушения норм СНиП, касающихся проектных размеров продухов.

Для наглядности исследования был проведен расчет дома, который находится по адресу Мурманская обл., г. Апатиты, пр-т Сидоренко, 14. 1988 года постройки, в доме 20 подъездов. Площадь подвала составляет 3028 кв.м.

Выяснилось, что по СНиП суммарная площадь продухов выбранного дома должна составлять:

1.3028 / 400 = 7,595 кв.м. – для радонобезопасных территорий или

2.3028 / 150 = 20,253 кв.м – для радоноопасных территорий [1].

Исходя из минимальной площади одного продуха (0,05 кв.м или 0,22 м * 0,22 м), можно рассчитать какое количество продухов должно быть на весь дом по минимуму: 7,595 кв.м / 0,05 кв.м = 152 продуха или 20,253 кв.м / 0,05 кв.м = 405 продухов.

На обеих сторонах расчетного дома расположено 140 вентиляционных отверстий. По проекту этого дома, каждое должно быть 0,2 кв.м. (0,45*0,45 м). Т.о., суммарная площадь по проекту должна быть 0,2 кв.м * 140 продухов = 28 кв.м.

По факту, на настоящее время, из проектных 140 окон полностью заделаны 70 окон, что уже в 2 раза уменьшает проектную площадь. В оставшихся 70 окнах оставлено отверстие

площадью в «тычок» кирпича: 0,12 м * 0,065 м = 0,0078 кв.м., что в 6,5 раз меньше норм. Таким образом, была посчитана примерную реальную площадь оставленных окон для вентиляции: 0,0078 кв.м * 70 окон = 0,546 кв.м – в 14 раз меньше площади, которая заложена в СНиП [2].

Кольский полуостров относится к потенциально радоноопасной территории, а это значит, что значение текущей площади в 37 раз меньше определенной в СНиП для территорий повышенной радоноопасности.

Из вышенаписанного можно сделать вывод о принятии мер по освобождению заделанных продухов до минимальных норм – площадь каждого из 140 проектных окон должна быть 0,054 кв.м

Так же, по СНиП необходимо оборудовать продухи металлической сеткой, чтобы предотвратить проникновение животных. В качестве дополнительных мероприятий возможно оборудовать каждое окно жалюзи, и в период сильных морозов временно закрывать продухи для сохранения тепла [1].

Если подумать, для чего вообще жители дома или управляющая компания запечатывает вентиляционные окна, то можно прийти к выводу, что возможно это делается исходя из соображений теплосбережения. Если в подвале холодно, значит жители первых этажей испытывают дискомфорт, связанный с охлаждением пола жилого помещения. Это значит, что следующими мерами, которые необходимо предпринять являются утепление потолка подвальных помещений жилых зданий.

В качестве относительного недорого утеплителя был рассмотрен пенополиуретан (ППУ).

Основные преимущества ППУ:

•низкие показатели теплопроводности. Это позволяет сократить расход материала. Слоя утеплителя 50 мм вполне достаточно для обеспечения полноценной теплоизоляции подвальных помещений;

•низкая паропроницаемость и влагопоглощение. Это предотвращает и появление плесени, грибков и микроорганизмов;

•огнестойкость. ППУ относится к самозатухающим материалам [10].

Следующим этапом была посчитана примерная стоимость утепления потолка подвального помещения вышерассматриваемого дома слоем пены 50 мм. Стоимость «запенивания» 1 кв.м 1170 рублей (материал и работа). 1170 р * 3038 кв.м = 3 554 460 рублей. Из расчетов видно, что это достаточно затратное мероприятие, но в противовес этому эффективное [10].

Еще одним средством теплоизоляции может выступать «Жидкая теплоизоляция RE-THERM», производитель которой специально разработал формулу с защитой от радона.

R-COMPOSIT™ RADON — это уникальные полимерные материалы на модифицированной мрамором латексно-акриловой основе. Производятся в виде водной суспензии, со специальными наполнителями в виде магнезита или магнезита в сочетании с шунгитом.

Материалы R-COMPOSIT™ RADON разработаны с рекомендацией по применению в общественных и жилых зданиях, детских и медицинских учреждениях и на любых других объектах, нуждающихся в противорадоновой защите.

Данная теплоизоляция разработана специально для защиты от воздействия радиоактивного газа радона, для уменьшения воздействия природных и техногенных электромагнитных излучений и других вредных экологических факторов.

Применяют для:

•защита зданий от проникновения радиоактивного газа радона;

•противорадоновой защиты стяжек полов, фундаментов и перекрытий подвалов и цокольных этажей зданий;

•противорадоновой герметизации швов и стыков между элементами ограждающих конструкций зданий;

•противорадоновой герметизации трещин и пустот в ограждающих конструкциях зданий;

•противорадоновой герметизация проемов для прокладки инженерных коммуникаций в подземной части зданий и в подвальных перекрытиях.

Еще одним вариантом сбережения тепла является уменьшение размеров воздуходувов, относительно проектной площади вентиляционных окон. В проекте дома заложены размеры окон 0,45*0,45 м, значит возможно уменьшить окно до 0,23*0,23 м. [7]. Это тоже будет удовлетворять требованиям СНиП. Если продухи выполнены в соответствии с нормами, никакого промерзания не должно быть. Один из самых дешевых способов снижения концентрации радона, без существенных потерь тепла.

Еще одним вариантом сбережения тепла является также установка на продухи вентиляционных решеток-жалюзи с электроприводом. Жалюзи с электроприводом позволят оптимизировать закрытие окон, так как не нужно будет делать это вручную. Средняя стоимость одной решетки может составлять около 4155 рублей, без учета монтажных работ. Для исследуемого дома это: 4155 р * 140 окон = 581 700 рублей. Данное мероприятие не такое затратное, как утепление пенополиуретаном, но тоже достаточно эффективное.

Сделаем вывод, что самым простым решением проблемы холодного пола первого этажа является закрытие воздуходувов подвальных помещений. Но по СНиП делать это категорически запрещено. Если в подвале становится холодно, необходимо сделать утепление перекрытий, но не закрывать продухи. Возможно, оборудовать окна решетками-жалюзи. Разработанные мероприятия можно использовать для утепления подвальных помещений многоквартирного дома без нарушения СНиП.

В заключение можно отметить, что так как радон — это радиоактивное вещество, то высокие концентрации элемента в закрытых помещениях приводят к нарушению здоровья людей и рабочих горно-обогатительных предприятий. Необходимо проводить как можно меньше времени в зонах дома с повышенной концентрацией радона, таких, как подвал, а также часто проветривать помещение, включая вентиляторы для более интенсивного поступления наружного воздуха в дом. Это особенно важно в отношении подвальных помещений. Нельзя заделывать продухи в подвальном помещении, если они предусмотрены техническим планом.

Была смоделирована электрическая схема «радоновой ловушки». Проведен комплекс исследований и экспериментов, которые показали, что на первых этажах зданий, которые редко проветриваются, скапливается достаточное количество дочерних продуктов распада радона с превышением предельно допустимых норм.

Во время сильных морозов, в подвалах многоквартирных домов становится холодно, и жители первых этажей зданий начинают ощущать дискомфорт. Жильцы дома считают простым решением для борьбы с холодом - закрытие воздуходувов подвальных помещений. Но по СНиП делать это категорически запрещено и в какой-то мере даже опасно. Если в самом подвале становится холодно, нужно сделать утепление перекрытий, но не закрывать при этом продухи. Или оборудовать окна решетками-жалюзи. Разработанные мероприятия могут использоваться при утеплении подвальных помещений без нарушения СНиП.

В качестве временных мер, можно использовать план профилактики накопления радона в помещении, например частое проветривание, а также заделку основных швов ограждающих конструкций.

**Список литературы.**


1. Федеральный закон от 09.01.1996 N 3-ФЗ (ред. от 19.07.2011) "О радиационной безопасности населения"
2. Постановление Госстроя РФ от 27 сентября 2003 г. N 170 "Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда"
3. Постановление правительства МО N 296-ПП от 25.06.2019 «Об утверждении региональной программы "Борьба с онкологическими заболеваниями"» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/553384156
4. Верховых Ю. А. Изучение распределения радона на территории города Кемерово с помощью ГИС-технологий / Ю.А. Верховых – Томск, 2017 – 127 с.
5. Жуковский М.В., Васильев А.В. Определение механизмов и параметров поступления радона в помещение // АНРИ. - 2012. - N 1(68). - С.5-14.
6. Николаев С.В., Николаева Е. В. выявление наличия дочерних продуктов распада радона в помещении с помощью «радоновой ловушки» / research success 2020: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса (16 декабря 2020 г.) – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2020 – 23 с.
7. Нормы и площади продухов в подполье [Электронный ресурс] - интернет портал «Pro Podval» - режим доступа: https://propodval.ru/mikroklimat/ventilyatsiya/produhi-v-podpole-normy.html
8. Радон и рак [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/radiation-exposure/radon.html
9. Радиация: невидимый убийца и его дочки или немного о радоне [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/post/445832/?mobile=no
10. Утепление подвала изнутри [Электронный ресурс] - интернет портал «Кучерников & компания» - режим доступа: http://www.kucherenkoff.ru/kak-i-chem-uteplit-podval-v-dome/145/
11. Эпидемиологическая ситуация по онкологии в Мурманской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mood51.ru/wp-content/uploads/2020/03/MO_v_2019_godu1.pdf


**References**.


1. Federal Law of 09.01.1996 N 3-FZ (as amended on 19.07.2011) "On the radiation safety of the population"

2. Resolution of the State Construction Committee of the Russian Federation of September 27, 2003 N 170 "On approval of the Rules and norms for the technical operation of the housing stock"
3. Decree of the government of the Moscow region N 296-PP dated 06/25/2019 "On the approval of the regional program" Fight against cancer "" [Electronic resource]. - Access mode: http://docs.cntd.ru/document/553384156
4. Verkhovykh Yu. A. Study of radon distribution on the territory of the city of Kemerovo using GIS technologies / Yu.A. Verkhovykh - Tomsk, 2017 - 127 p.
5. Zhukovsky M.V., Vasiliev A.V. Determination of the mechanisms and parameters of the entry of radon into the room // ANRI. - 2012. - N 1 (68). - P. 5-14.
6. Nikolaev S.V., Nikolaeva E.V. detecting the availability of subsidiary products of radon decomposition in the indoor using the "radon trap" / research success 2020: collection of articles of the International Research Competition (December 16, 2020) - Petrozavodsk: ICNP " New Science ", 2020 - 23 p.
7. Norms and areas of air in the underground [Electronic resource] - Internet portal "Pro Podval" - access mode: https://propodval.ru/mikroklimat/ventilyatsiya/produhi-v-podpole-normy.html
8. Radon and cancer [Electronic resource]. - Access mode: https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/radiation-exposure/radon.html
9. Basement insulation from the inside [Electronic resource] - Internet portal "Kuchernikov & Company" - access mode: http://www.kucherenkoff.ru/kak-i-chem-uteplit-podval-v-dome/145/
10. Epidemiological situation in oncology in the Murmansk region [Electronic resource]. - Access mode: http://mood51.ru/wp-content/uploads/2020/03/MO_v_2019_godu1.pdf