

**ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ (ПО ОБЛАСТЯМ И УРОВНЯМ ОБРАЗОВАНИЯ) /  
THEORY AND METHODS OF TEACHING AND UPBRINGING (BY AREAS AND LEVELS OF EDUCATION)**

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.94>

**МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ «РАДИАЦИОННЫЙ ФОН СТАНЦИЙ  
МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА»**

Научная статья

**Михайловская Н.Н.<sup>1</sup>, Корзенков А.Е.<sup>2</sup>, Соколов В.С.<sup>3</sup>, Чернов Т.А.<sup>4</sup>\***

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0002-3579-8716;

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0001-8154-8833;

<sup>3</sup>ORCID : 0000-0002-8289-7151;

<sup>4</sup>ORCID : 0000-0002-7784-7045;

<sup>1</sup>Высшая Школа Экономики, Москва, Российская Федерация

<sup>2,3,4</sup>Пятьдесят седьмая школа, Москва, Российская Федерация

<sup>4</sup>Московский физико-технический институт, Москва, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (tchernov[at]sch57.ru)

**Аннотация**

В литературе часто можно встретить упоминания о повышенном радиационном фоне в Московском метро. Однако встречаемые сообщения редко приводят конкретные числовые данные. Тем не менее человек подвержен воздействию радиации и последствия подобного воздействия могут быть катастрофическими. Действие радиации выражается в химических процессах, происходящих в организме после облучения. Биохимические изменения могут выражаться сразу или постепенно в течении всей жизни. Исследование радиационного фона и его мониторинг является актуальной задачей. Знания о последствиях воздействия радиации на организм человека и его здоровье помогают ученикам построить более реалистичную картину окружающего мира. В статье приводятся результаты изучения радиационного фона станций московского метрополитена в рамках проектно-исследовательской работы школьника. В процессе работы были выявлены значения радиационного фона, превышающие подобные показатели на поверхности. Тем не менее все измерения оказались в пределах допустимых норм. Анализ полученных данных выявил зависимость радиационного фона от глубины заложения станции и года ее постройки. В статье представлен опыт по формированию универсальных учебных действий учащихся на всех этапах исследовательской деятельности, ставшей неотъемлемой частью школьного образования. Приведена методика организации конкретного исследования для учащихся школы по теме «Радиационный фон станций московского метрополитена».

**Ключевые слова:** универсальные учебные действия, исследовательская деятельность, радиация.

**METHODOLOGY OF ORGANIZING RESEARCH WORK "RADIATION BACKGROUND OF MOSCOW METRO  
STATIONS"**

Research article

**Mikhailovskaya N.N.<sup>1</sup>, Korzenkov A.Y.<sup>2</sup>, Sokolov V.S.<sup>3</sup>, Chernov T.A.<sup>4</sup>\***

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0002-3579-8716;

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0001-8154-8833;

<sup>3</sup>ORCID : 0000-0002-8289-7151;

<sup>4</sup>ORCID : 0000-0002-7784-7045;

<sup>1</sup>Higher School of Economics, Moscow, Russian Federation

<sup>2,3,4</sup>State School 57, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup>Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russian Federation

\* Corresponding author (tchernov[at]sch57.ru)

**Abstract**

In the literature, one can frequently find references to an increased radiation background in the Moscow metro. Even so, the messages encountered rarely give specific numerical data. However, a human is exposed to radiation and the consequences of such exposure can be catastrophic. The effect of radiation is expressed in the chemical processes that occur in the body after irradiation. Biochemical changes can be expressed immediately or gradually throughout life. The study of the background radiation and its monitoring is an urgent task. Knowledge about the effects of radiation on the human body and health helps students build a more realistic picture of the world around them. The article presents the results of studying the radiation background of the Moscow metro stations as part of the design and research work of a school student. In the process of work, the values of the radiation background were measured, exceeding similar measurements on the surface. However, all measurements were within acceptable limits. An analysis of the obtained data revealed the dependence of the radiation background on the depth of the station and the year of its construction. The article presents the experience in the formation of universal learning activities of students at all stages of research activity, which has become an integral part of school education. The methodology for organizing a specific study for school students on the topic "Radiation background of Moscow metro stations" is given in the article.

**Keywords:** universal learning activities, research activities, radiation.

## Введение

Бытовые приборы, рентгеновские установки и даже обычный свет – являются источниками радиоактивного излучения [1]. Наряду с естественными источниками радиоактивности нас окружает большое количество антропогенных источников [5]. Большой опасностью радиации является отсутствие у человека специализированной сенсорной системы для ее отслеживания. Мы способны воспринимать только узкую полосу электромагнитного излучения, называемую видимым спектром, а все остальное разнообразие ионизирующих излучений сокрыто от нашего восприятия [2].

По целому ряду причин, такие термины как радиоактивность, изотопы, протоны, нейтроны – все глубже входят в нашу бытовую речь и становятся всё более актуальными год от года [4]. Факт того, что в течение всей жизни человек подвергается тем или иным дозам ионизирующему излучения актуализирует проблему изучения воздействия данного феномена на биологические организмы, методов измерения как уровня самого воздействия, так и его последствий [7].

Накопленные данные научных работ XX века явственно демонстрируют нам серьезные биологические изменения, к которым могут приводить физико-химические явления, вызванные воздействием ионизирующего излучения (смерть клеток, мутации, рак и т.д.) [9]. Тем не менее, несмотря на большой объем накопленных данных, очень часто можно встретить некорректные представления об описываемом феномене.

Наряду с этим в последнее время все чаще в информационном потоке появляются сообщения о том, что где-то (продукты питания, жилые помещения, территории и проч.) обнаружен высокий уровень радиации [6]. Все это, в совокупности с недостаточными остаточными школьными знаниями по данной тематике, создает большое количество мифов и городских легенд вокруг данной темы, приводящих порой к формированию дезадаптивного поведения. Одним из решений данной проблемы может являться углубленный разбор данной темы в формате проектно-исследовательской деятельности. Данный подход позволит не только закрепить на практике соответствующие темы из курсов биологии и физики [3], но и сформировать более реалистичную картину миру школьника по данному спектру вопросов.

Приборы (дозиметры), с помощью которых можно осуществлять замеры фоновой радиации на данный момент не имеют высокой стоимости и являются максимально доступными [8]. Территории, которые могли бы выступить объектом исследования, могут быть выбраны на основе публикаций СМИ и других сообщений, свидетельствующих о якобы присутствующем там отклоняющемся от нормы радиационном фоне.

В нашем случае для проведения измерений были выбраны станции московского метро, как место наибольшего скопления людей, с которым так или иначе сталкивается практически каждый житель города. Кроме того, мало кто из проживающих в Москве не в курсе слухов о том, что материалы, использованные в отделке станций, а также пород, внутри которых пролегают туннели метро, имеют существенно повышенный уровень радиации [10].

## Методы и принципы исследования

Для проведения практической части работы – измерения общего радиационного фона в разных станциях Московского метрополитена, мы использовали дозиметр РАДЭК-РД1706.

Измерения проводились в течение трех месяцев – с октября по декабрь 2018 года, в будние дни в период с 15:00 до 22:00. На каждой станции замеры проводились в центре зала в пяти повторностях. Полученные данные фиксировались и впоследствии усреднялись. Всего в ходе работы радиационный фон был измерен на 77 станциях метрополитена. Собранные данные представлены в Приложении.

Наряду со сбором данных об уровне радиационного фона происходила работа с открытыми источниками, для дальнейшего сопоставления информации. Критериями оценки полученных результатов были выбраны удаленность от центра (за центр был принят Кремль), глубина заложения станции, год ее постройки, материалы отделки. Данные приведены в Приложении.

## Обсуждение

В процессе исследования был измерен радиационный фон 77 станций.

Наименьший радиационный фон наблюдался на станциях Савеловская и Динамо – 0,058 мкЗв, наибольший на станции Ботанический сад – 0,294 мкЗв. Среднее значение радиационного фона составляет 0,122 мкЗв. Все измеренные в процессе исследования значения не только не превышали предельно допустимые, но и оказались существенно ниже установленных допустимых значений. Данный факт прямо противоречит имеющимся в обществе представлениям о повышенном радиационном фоне в метро.

Средние значения радиоактивности на разных ветках метрополитена различались незначительно. В таблице 1 приведены средние значения радиационного фона по разным веткам метрополитена.

Таблица 1 - Средние значения радиационного фона станций Московского метрополитена, располагающихся на различных ветках

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.94.1>

Номер ветки	Название ветки	Среднее значение радиационного фона, мкЗв
8	Калининская	0,080
5	Кольцевая	0,084
9	Серпуховско-Тимирязевская	0,087
7	Таганско-Краснопресненская	0,101
3	Арбатско-Покровская	0,114
6	Калужско-Рижская	0,116
1	Сокольническая	0,123
2	Замоскворецкая	0,129

Сопоставления значений радиационного фона в зависимости от материала отделки станции было одной из задач нашего исследования. Однако, сравнение средних значений в группах, выделенных на основе материала отделки, не выявил значимых различий. Не найдено также зависимости показаний прибора от возраста станции.

Интересным на наш взгляд фактом оказалось обнаружение взаимосвязи между уровнем радиации на станции и ее расстоянием от центра города. На центральных станциях фон наименьший, тогда как к концам веток уровень радиации возрастает (корреляция – 0,58).

Одним из самых контринтуитивных результатов работы является обнаружение обратной зависимости радиационного фона от глубины заложения станции, другими словами, чем ближе к поверхности располагается станция, тем значение фона на ней будет выше (корреляция – -0,67). Распределение значений измерений в зависимости от глубины представлены на рисунке 1.

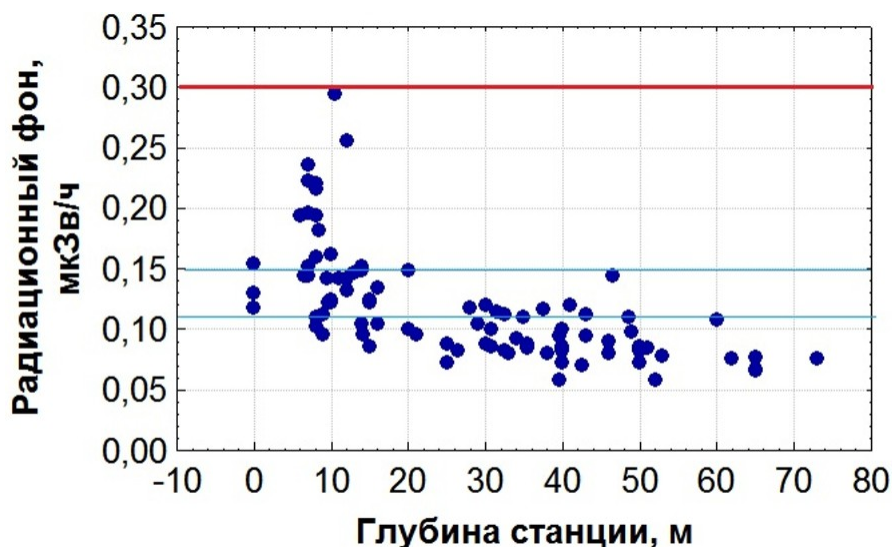


Рисунок 1 - Зависимость распределения значений радиационного фона от глубины залегания метро  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.94.2>

### Заключение

Концепция современного школьного образования ставит своей целью постепенное растворение границ между школьными курсами, что с трудом реализуется имеющимися на данный момент учебными программами. Сложившаяся ситуация является вызовом для педагога, требующим разработки новых подходов, методик и образовательных решений. Работа над литературным обзором по предложенной теме способствует налаживанию у ученика конвергентных связей между различными дисциплинами естественнонаучного цикла.

Небезынтересны полученные результаты проведенного исследования. Одним из важнейших выводов данной работы, является отсутствие каких-либо превышений радиационного фона в помещениях московского метро. Это может являться не только результатом, успешно представляемым на конференциях школьников различного уровня, но и позитивным опытом самостоятельного опровержения общественного заблуждения, основанного на использовании научного метода, планомерно-поэтапного решения поставленной задачи. Подобный опыт формирует критическое мышление, навыки научного подхода к проверке различных версий, даже несмотря на их глубокую укорененность в массовом общественном сознании.

В процессе работы над исследуемой темой было собрано большое количество материала, на основании которого удалось выявить ряд закономерностей. Некоторые из них имеют достаточно интригующий характер и могут стать темами для дальнейших проектно-исследовательских работ. Показательным результатом является демонстрация для ребенка факта того, что на основе работы всего с одним прибором возможно получение большого количества данных. Полученный массив экспериментальных данных, в свою очередь, становится отличным наглядным материалом для демонстрации возможностей статистической обработки данных, создания визуальных вариантов демонстрации информации и проч.

### Дополнительные материалы

Дополнительные материалы доступны на онлайн-странице статьи.

### Финансирование

Работа выполнена при поддержке Московский физико-технический институт (ЦКП Прикладная Генетика № 075-15-2021-684)

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Supplementary materials

Supplementary materials are available online on the article's webpage.

### Funding

The work was supported by Moscow Institute of Physics and Technology (CUC Applied Genetics)

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики / Д.В. Сивухин — М.: Физматлит, 2013. — 218 с.
2. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики / Г.С. Ландсберг — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 480 с.
3. Grupen K Elementary Particle Detectors: Reference Edition / K Grupen — Novosibirsk: Sibirskij hronograf, 1999. — 367 p.
4. Виноградов Ю.А. Ионизирующая радиация: обнаружение, контроль, защита / Ю.А. Виноградов — М.: СОЛОН-Р, 2002. — 224 с.
5. Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли / А.М. Кузин — М.: Наука, 1991. — 117 с.
6. Онлайн мониторинг. — URL: [www.radon.ru/online-map/](http://www.radon.ru/online-map/). (дата обращения: 06.11.2022).
7. Коггл Дж. Биологические эффекты радиации / Дж. Коггл — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 184 с.
8. Gerald J.H. Radiation dosimetry / J.H. Gerald, L.B. Gordon — New York: Acad. press., 1956. — 758 p.
9. Чечик Н.О. Электронные множители / Н.О. Чечик, С.М. Файнштейн, Т.М. Лифшиц — М.: Гостехиздат, 1957. — 575 с.
10. Александров Ю.А. Основы радиационной экологии / Ю.А. Александров. — Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2007. — 268 с.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Sivuxin D.V. Obshhij kurs fiziki [General Physics course] / D.V. Sivuxin — M.: Fizmatlit, 2013. — 218 p. [in Russian]
2. Landsberg G.S. E'lementarnyj' uchebnik fiziki [Elementary Physics Textbook] / G.S. Landsberg — M.: FIZMATLIT, 2001. — 480 p. [in Russian]
3. Grupen K Elementary Particle Detectors: Reference Edition / K Grupen — Novosibirsk: Sibirskij hronograf, 1999. — 367 p.
4. Vinogradov Yu.A. Ioniziruyushhaya radiaciya: obnaruzhenie, kontrol', zashhita [Ionizing radiation: detection, control, protection] / Yu.A. Vinogradov — M.: SOLON-R, 2002. — 224 p. [in Russian]
5. Kuzin A.M. Prirodny'j radioaktivny'j fon i ego znachenie dlya biosfery' Zemli [Natural radioactive background and its significance for the Earth's biosphere] / A.M. Kuzin — M.: Naua, 1991. — 117 p. [in Russian]
6. Online monitoring. — URL: [www.radon.ru/online-map/](http://www.radon.ru/online-map/). (accessed: 06.11.2022). [in Russian]
7. Koggl Dzh. Biologicheskie e'ffekty' radiacii [Biological effects of radiation] / Dzh. Koggl — M.: E'nergoatomizdat, 1986. — 184 p. [in Russian]
8. Gerald J.H. Radiation dosimetry / J.H. Gerald, L.B. Gordon — New York: Acad. press., 1956. — 758 p.
9. Chechik N.O. E'lektronny'e umnozhiteli [Electronic multipliers] / N.O. Chechik, S.M. Fajnshtejn, T.M. Lifshicz — M.: Gostexizdat, 1957. — 575 p. [in Russian]
10. Aleksandrov Yu.A. Osnovi radiatsionnoi ekologii [Fundamentals of radiation ecology] / Yu.A. Aleksandrov. — Yoshkar-Ola: Mar. State University, 2007. — 268 p. [in Russian]