

УДК 613.168-046.55:612.113:616.24
DOI: 10.36979/1694-500X-2025-25-9-211-216

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА АРТЕРИАЛЬНУЮ КРОВЬ И ЛЁГКИЕ ПОД СОЛНЦЕМ И В ТЕНИ

*А.А. Насырова-Богубаева, И.А. Абдумаликова,
Ф.О. Смарова, Ю.Х.-М. Шидаков*

Аннотация. Рассматривается установка единства и различия влияния электромагнитных излучений открытых распределительных установок мощностью 35 кВт, влияние на организм человека и животных. На белых беспородных крысах-самцах изучено влияние электромагнитных излучений открытых распределительных установок мощностью 35 кВт на показатели крови и на паренхиму лёгких в тени и под солнцем. Установлено, что у животных после 8-часового действия электромагнитных излучений открытых распределительных установок мощностью 35 кВт со стороны красной крови развивается лёгкой степени тяжести гипохромная, нормоцитарная, гетерогенная анемия. Действие электромагнитных излучений открытых распределительных установок мощностью 35 кВт под солнцем, по сравнению с данными в тени, привело к снижению в артериальной крови тромбоцитов, общего числа лейкоцитов, нейтрофилов, эозинофилов, а также повышению моноцитов и лимфоцитов. Под действием электромагнитных излучений открытых распределительных установок мощностью 35 кВт в лёгких отмечаются цитотоксический, ионный и вазогенный отёки межальвеолярных перегородок, очаги ателектаза и эмфиземы, соответственно с гиперемией и ишемией лёгочной паренхимы.

Ключевые слова: электромагнитные излучения; кровь; лёгкие; открытые распределительные установки; крысы; высокогорье.

ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК НУРЛАНУУНУН КҮН АСТЫНДА ЖАНА КӨЛӨКӨДӨ АРТЕРИЯЛЫК КАНГА ЖАНА ӨПКӨГӨ ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

*А.А. Насырова-Богубаева, И.А. Абдумаликова,
Ф.О. Смарова, Ю.Х.-М. Шидаков*

Аннотация. Бул макалада 35 кВт кубаттуулуктагы ачык бөлүштүрүүчү орнотмолордун электр магниттик нурланууларынын таасиринин биримдигин жана айырмасын орнотуу, адамдын жана жаныбарлардын организмине тийгизген таасири каралат. Ак тукумсуз эркек келемиштерде 35 кВт кубаттуулуктагы ачык бөлүштүргүчтөрдүн көлөкөдө жана күн астында кан көрсөткүчтөрүнө жана өпкө паренхимасына электромагниттик нурлануунун таасири изилденген. Жаныбарларда кызыл кандан 35 кВт кубаттуулуктагы ачык бөлүштүрүүчү установкалардан электромагниттик нурлануунун 8 сааттык таасиринен кийин жеңил гипохромдук, нормоциттик, гетерогендүү анемия пайда болоору аныкталган. Маалыматтарга салыштырмалуу көлөкөдөгү кубаттуулугу 35 кВт болгон ачык бөлүштүргүчтөрдүн күн астындагы электромагниттик нурланууларынын таасири артериялык кан тромбоциттеринин, лейкоциттердин, нейтрофилдердин, эозинофилдердин жалпы санынын төмөндөшүнө, ошондой эле моноциттердин жана лимфоциттердин көбөйүшүнө алып келди. 35 кВт ачык бөлүштүрүүчү түзүлүштөрдүн электромагниттик нурлануусунун таасири астында өпкөдө альвеолардык септалардын цитотоксикалык, иондук жана вазогендик шишиги, ателектаз жана эмфизема очоктору өпкө паренхимасынын гиперемиясы жана ишемиясы менен белгиленет.

Түйүндүү сөздөр: электромагниттик нурлануу; кан; өпкө; ачык бөлүштүрүүчү заводдор; келемиштер; бийик тоолуу аймактар.

THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION ON ARTERIAL BLOOD AND LUNGS UNDER THE SUN AND IN THE SHADE

*A.A. Nasyrova-Bogubaeva, I.A. Abdumalikova,
F.O. Smarova, Yu.Kh.-M. Shidakov*

Abstract. To establish the unity and difference in the influence of electromagnetic radiation of open distribution installations with a capacity of 35 kW, the effect on the human body and animals. Sexually mature rats-samers. On white, uninvited rag rats, the influence of electromagnetic radiation of open distributions with a capacity of 35 kW on blood indicators and on the parenchyma of the lungs in the shade and under the sun was studied. It was established that in animals after 8 hourly action of electromagnetic radiation of open distributions with a capacity of 35 kW from red blood develops a slight severity hypochromic, normocytic, heterogeneous anemia. The action of electromagnetic radiation of open distribution installations with a capacity of 35 kW under the sun, compared with the data in the shade, led to a decrease in platelets, the total number of leukocytes, neutrophils, eosinophils, as well as an increase in monocytes and lymphocytes. Under the influence of electromagnetic radiation of open distribution installations with a capacity of 35 kW in the lungs, cytotoxic, ion and vasogenic edema of intencous partitions, foci of atelectasis and emphysema, respectively with hyperemia and ischemia of the pulmonary parenchyma, are noted.

Keywords: electromagnetic radiation; blood; light; open camshafts; rats; highlands.

Введение. Работа проведена в лаборатории экспериментального моделирования патологических процессов Кыргызско-Российского Славянского университета с соблюдением правил лабораторной практики РФ, утвержденным Министерством здравоохранения и социального развития, приказ № 708 Н от 23.08.2010 г. “Об утверждении Правил лабораторной практики”.

В предыдущих наших работах сообщалось об особенностях перекрестного действия ЭМИ на организм и высокогорной гипоксической гипоксии. В частности, было показано отличие реакции артериальной крови на однодневное восьмичасовое воздействие открытого распределительного устройства – 35 (ОРУ – 35кВт) на перевале Туя-Ашуу (3200 м над уровнем моря) [1]. Эти исследования были обоснованы тем, что основные гидроэлектростанции Кыргызстана расположены на разных горных высотах, где построены множество подстанций и протянуты высоковольтные линии электропередач (ВЛЭП).

Результаты влияния электромагнитного излучения (ЭМИ) или электромагнитного поля (ЭМП) зависят не только от их типа и характеристики, но и от морфофункциональных особенностей органов и тканей, подвергающихся ЭМИ. Наиболее чувствительны к действию ЭМИ

взвеси клеток и белков в жидких средах, к каковым относятся кровь и лимфа [2].

Учитывая это, а также многочисленные функции, кровь является оптимальным материалом для выяснения системного влияния ЭМИ на организм человека и животных [3]. Известно также, что степень влияния ЭМИ на специалистов энергетической отрасли зависит от погодноклиматических условий и факторов [1].

Горы Кыргызстана расположены в аридной зоне с её своеобразным климатом, где на многие километры тянутся ВЛЭП и установлены различные открытые распределительные устройства (ОРУ). Учитывая это обстоятельство, представляет особый интерес установление погодноклиматических факторов этой зоны моделирующих результаты воздействия ЭМИ на специалистов энергетической отрасли. Подобные исследования, начатые в прошлом веке под руководством одного из авторов (Ю.Х.-М. Шидаков) остались незавершёнными из-за развала СССР.

Исследования возобновились лабораторией экспериментального моделирования патологических процессов в КРСУ (зав. лабораторией Ю.Х.-М. Шидаков). В результате установлено отсутствие в литературе сведений о влиянии ЭМИ на артериальную кровь в погодноклиматических

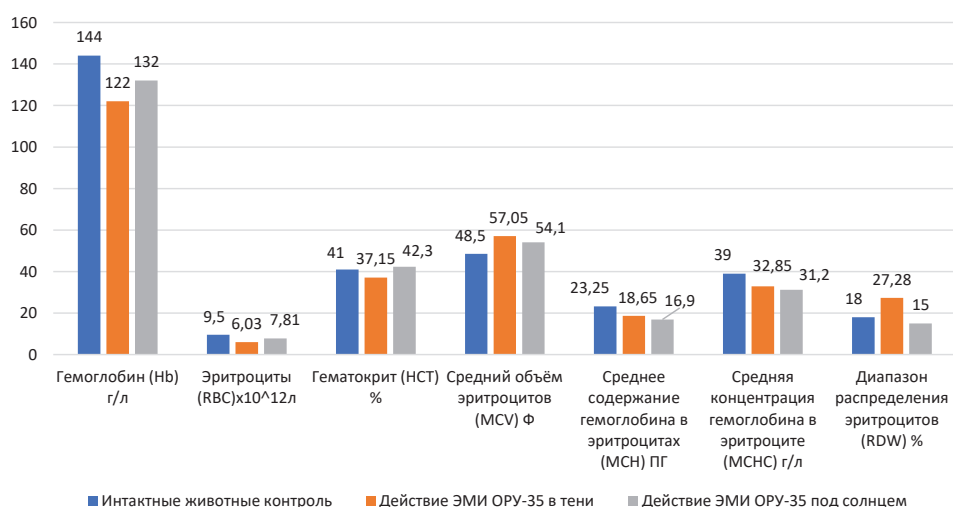


Рисунок 1 – Показатели артериальной крови после воздействия электромагнитных излучений под солнцем

условиях аридной зоны. Данные, полученные в обычных географических местностях, чрезвычайно противоречивы. Так, по данным одних авторов, ЭМИ вызывают уменьшение [4], других – повышение [5] количества эритроцитов, гемоглобина и ряда других показателей крови.

Учитывая изложенное, **целью** настоящего исследования, явилось установление единства и различия влияния ЭМИ ОРУ-35 на артериальную кровь и лёгкие под солнцем и в тени.

Материал и методы исследования. Эксперимент проводился на половозрелых белых беспородных крысах-самцах ($n = 14$) весом 200–250 г. Материалом исследования были – цельная артериальная кровь, пути циркуляции крови и вентиляции воздуха лёгких.

Животные были разделены на три группы.

Первую составили крысы, которые находились в виварии и не подвергались ЭМИ.

Вторую – крысы, которые в течение семи дней по 8 часов подвергались ЭМИ ОРУ-35 в тени ($n = 5$).

Третью – крысы, которые должны были подвергаться ЭМИ ОРУ-35 под солнцем ($n = 5$), но 80 % из них погибли в первый день опыта. Оставшаяся в живых одна крыса следующие шесть дней переносила ЭМИ ОРУ-35 в тени.

После истечения срока эксперимента у животных под общим наркозом проведён забор

артериальной крови из общих сонных артерий в одноразовые пластмассовые пробирки с антикоагулянтом (ЭДТА) и тут же отправлены в лабораторию Бонецкого для общего анализа в тот же день, 12.07. 2024 г. Далее произведено патологоанатомическое вскрытие и забор образцов лёгких для гистологических исследований, которые фиксировались в 10%-м нейтральном растворе формалина с последующим обезвоживанием в спиртах возрастающей концентрации и заливкой в парафин. Из парафинированных блоков готовились срезы толщиной 5–7 мкм и окрашивались гематоксилином-эозином и по Ван-Гизону. Готовые гистологические препараты изучены под световым микроскопом Olympus Bx40 (Япония) с одновременным протоколированием и фотографированием с помощью цифрового фотоаппарата Levenhuk.

Результаты исследования. Средний объем эритроцитов у животных после 8-часового действия ЭМИ ОРУ-35 кВт под солнцем составил 94,8 % по отношению к данным крыс, перенесенных у животных после 8-часового действия ЭМИ ОРУ-35 кВт в тени, и 112,36 % – по отношению к норме (рисунок 1). Данный показатель у животных, после действия ЭМИ ОРУ-35 кВт в тени по отношению к норме составил 118,48 % по отношению к норме. Следовательно, наибольший объем эритроцитов отмечается у крыс



Рисунок 2 – Показатели артериальной крови после воздействия электромагнитных излучений в тени

после 8-часового действия ЭМИ ОРУ-35 кВт под солнцем и наименьший – в норме.

Напротив, среднее содержание гемоглобина в эритроцитах в норме превышает данные после действия ЭМИ в тени на 24,66 %, а под солнцем – на 37,57 %.

Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах в норме выше, чем при действии ЭМИ в тени на 20,33 и на 26,67 % – под солнцем. Следовательно, увеличение среднего объема эритроцитов под действием ЭМИ сопровождается уменьшением в них среднего содержания и средней концентрации гемоглобина. Диапазон распределения эритроцитов при действии ЭМИ в тени нарастает, а под солнцем – не достигает данных в норме.

Таким образом, у животных после 8-часового действия ЭМИ ОРУ-35 развивается легкой степени тяжести гипохромная, нормоцитарная, гетерогенная анемия.

Под действием ЭМИ ОРУ-35 в тени общее количество лейкоцитов уменьшается в 1,66 раза, под солнцем – в 1,91 раза. Следовательно, тенденция при ЭМИ ОРУ-35 под солнцем увеличивается. Это сочетается с уменьшением нейтрофилов и увеличением лимфоцитов.

Процентное содержание нейтрофилов при действии ЭМИ ОРУ-35 в тени уменьшается

в 1,28, а под солнцем в 1,52 раза по сравнению с нормой. Процентное содержание лимфоцитов в артериальной крови увеличивается под действием ЭМИ ОРУ-35 на крыс в тени в 2,05 раза, а под солнцем – в 2,33 раза. Содержание эозинофилов, базофилов и моноцитов практически не меняется. Другими словами, нейтропения при действии М на организм крыс сопровождается компенсаторным увеличением продукции лимфоцитов.

Действие ЭМИ ОРУ-35 под солнцем, по сравнению с данными в тени, привело к снижению в артериальной крови тромбоцитов на $231,5 \times 10^9/l$, общего числа лейкоцитов – на $0,64 \times 10^9/l$, нейтрофилов – на 6,75 %, эозинофилов – на 0,5 %, а также повышению моноцитов на 5 % и лимфоцитов – на 6,75 %.

Следовательно, солнечные факторы не влияют на направленность изменений показателей крови под действием ЭМИ ОРУ-35, а лишь потенцируют их (рисунок 2).

В зоне расположения электрических устройств и высоковольтных линий электропередач, наряду с электромагнитным излучением, на организм действует изменение химического и ионного состава вдыхаемого воздуха. Содержащиеся в вдыхаемом воздухе азотсодержащие соединения могут потенцировать образование

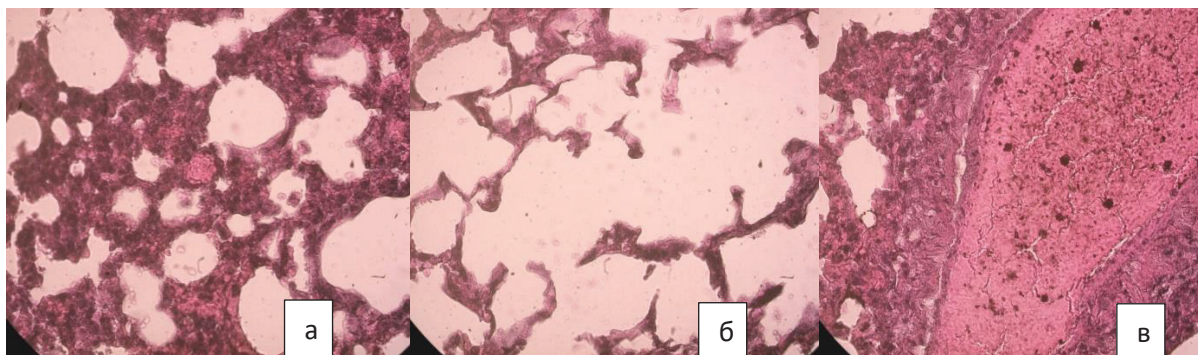


Рисунок (микрофото) 3 – Геморрагическая конверсия:
а – ателектаз; б – эмфизема легких при действии ЭМИ в тени;
в – геморрагическая конверсия под солнцем при ЭМИ. $\times 400$

метгемоглобина в эритроцитах и явиться причиной гемической гипоксии. Наряду с гемическим компонентом в развитии гипоксии в результате нарушения внешнего дыхания может сыграть свою роль мембранный или легочный компонент. Учитывая это, а также высокую чувствительность лёгких к электромагнитным излучениям [6] мы изучали гистологию лёгких после действия электромагнитных излучений ОРУ-35 кВт на крысах в тени и под солнцем. Изменения при сочетанном действии электромагнитных излучений и инсоляции заведываются геморрагической конверсией (рисунок 3 а, б, в).

Подробные сведения о полученных результатах будут изложены в наших будущих публикациях.

Обсуждение. Как явствует из таблиц и рисунков, число эритроцитов в артериальной крови, взятой из общих сонных артерий у животных после 8-часового действия ЭМИ ОРУ-35 под палящим солнцем, составило 129,52 % по отношению к данным, полученным у крыс после действия ЭМИ ОРУ-35 кВт в тени, и 82,2 % – у интактных животных. Число эритроцитов у животных, перенесших действие ЭМИ ОРУ-35 кВт в тени, составило по отношению к норме 63,47 %. Следовательно, под действием ЭМИ ОРУ-35, независимо под солнцем или в тени, число эритроцитов в артериальной крови снижается.

Содержание гемоглобина в артериальной крови у животных после действия ЭМИ ОРУ-35 кВт в течение 8 часов под солнцем составило

122 % по отношению данным, полученным подвергшимся ЭМИ ОРУ-35 крысам в тени, и 91,66 % – по отношению к норме. Содержание гемоглобина в артериальной крови после действия ЭМИ в тени составляет 84,72 % нормы. Иначе, ЭМИ ОРУ-35 снижает содержание гемоглобина в артериальной крови независимо от окружающей среды.

Гематокрит артериальной крови у животных после 8-часового действия ЭМИ ОРУ-35 кВт под солнцем равен 113 % по отношению к такому у животных, подвергшихся действию ЭМИ ОРУ-35 кВт в тени, и 103,2 % – к норме. Гематокрит у крыс после действия ЭМИ ОРУ-35 по отношению к норме составляет 90,60 %.

Выводы. Здесь, не вдаваясь в детали, отметим, что в лёгких под действием электромагнитных излучений ОРУ-35 кВт и вдыхаемого воздуха с изменённым химическим и ионным составом отмечаются цитотоксический, ионный и вазогенный отёки межалвеолярных перегородок, очаги ателектаза и эмфиземы соответственно с гиперемией и ишемией легочной паренхимы.

На крыс воздействовали три фактора:

- 1) повышенная температура (31–33 °С);
- 2) электромагнитное излучение промышленной частоты (50 Гц);
- 3) неадекватный состав вдыхаемого воздуха.

1. Повышенная температура. В условиях жаркого климата наблюдается децентрализация кровообращения: кровоток увеличивается в оболочках (коже, подкожно-жировой клетчатке,

скелетных мышцах) и уменьшается в “ядре” организма – центральной нервной системе, сердце, лёгких, органах пищеварения и мочевыделения.

В результате снижения бронхиального кровотока развивается гипоксия бронхиального дерева, а уменьшение легочного кровотока приводит к снижению насыщения крови кислородом в альвеолах.

В ответ включаются компенсаторные реакции в виде бронхопульмональных анастомозов, что повышает давление в капиллярах и способствует более адекватному оттоку крови в правое предсердие. Однако это приводит к сбросу части крови в правый желудочек, то есть к увеличению балластного кровотока. Гипоксия сопровождается спазмом артериол, что ведёт к повышению давления в малом круге кровообращения.

2. Электромагнитное излучение. Электромагнитные колебания промышленной частоты (50 Гц) наиболее активно воздействуют на паренхиматозные органы с выраженным кровоснабжением, к числу которых относятся лёгкие [7].

3. Неадекватный состав вдыхаемого воздуха. Во вдыхаемом воздухе изменяется соотношение аэроионов в сторону преобладания положительных тяжёлых ионов, что затрудняет акт дыхания. Кроме того, наблюдается снижение активности мерцательного эпителия дыхательных путей, что нарушает мукоцилиарный клиренс и способствует задержке патогенных частиц и микроорганизмов в бронхиальном дереве [8].

Поступила: 01.09.2025;

рецензирована: 15.09.2025; принята: 17.09.2025.

Литература

1. Рахимбеков М.С. Влияние электромагнитных излучений на человека / М.С. Рахимбеков // Гигиена труда и медицинская экология. 2017. № 3(56). С. 3–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-elektromagnitnyh-izlucheniya-na-cheloveka/viewer> (дата обращения: 18.06.2025).
2. Насырова-Богубаева А.А. Влияние электромагнитного излучения на кислотно-основное состояние и кислородтранспортную функцию крови в высокогорье / А.А. Насырова-Богубаева, И.А. Абдумаликова, Ю.Х.-М. Шидаков // Вестник КРСУ. 2024. Т. 24. № 9. С. 180–184. 9: 180–184. DOI: 10.36979/1694-500X-2024-24-9-180-184.
3. Васильева Е.Г. Механизм влияния электромагнитных полей на живые организмы / Е.Г. Васильева // Вестник АГТУ. 2008. № 3 (44). С. 186–191. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mechanizm-vliyaniya-elektromagnitnyh-poley-na-zhivye-organizmy> (дата обращения: 25.06.2025).
4. Соловьев В.С. Влияние электромагнитного излучения промышленной частоты на гематологические показатели периферической крови грызунов / В.С. Соловьев, А.Н. Жевновская, С.Н. Гашев, С.В. Соловьева // Научный электронный журнал “Принципы экологии”. 2016; 3 (44): 84–90. URL: <https://ecopri.ru> DOI:10.15393/j1.art.2016.4822
5. Шибкова Д.З. Эффекты влияния электромагнитного поля радиочастотного диапазона на органы кроветворения у экспериментальных животных / Д.З. Шибкова, Т.В. Шилкова, А.В. Овчинникова // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. М., 2019. Т. 63. № 1. С. 70–76.
6. Шидаков Ю.Х.-М. О сочетанном воздействии факторов коронного разряда ВЛ и высокогорья на микроциркуляторную систему / Ю.Х.-М. Шидаков, Н.В. Тимушкина, В.И. Фроленко [и др.] // Здравоохранение Киргизии. 1990. № 5. С. 29–32.
7. Абдумаликова И.А. Ремоделирование легких под действием открытой распределительной установки мощностью 35 кВт в условиях высокогорья // Вестник КРСУ. 2019. Т. 19. № 9. С. 57–64. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_41211043_43014962.pdf (дата обращения: 11.07.2025).
8. Козачук Л.В. Влияние газовой воздушной среды в зоне коронного разряда на систему дыхания в различных климато-географических условиях: автореф. дис. ... канд. биол. наук – 03.00.13 / Л.В. Козачук; [место защиты: Ульянов. гос. пед. ун-т им. И.Н. Ульянова]. Ульяновск, 2007. 19 с.