

УДК 629. 331.042:537. 531

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ
(В/М) В САЛОНАХ АВТОМОБИЛЕЙ С СИГНАЛИЗАЦИЕЙ О
ПРИСУТСТВИИ ОПАСНЫХ УСЛОВИЙ

Савлучинский В.В., кандидат военных наук, Белорусский

национальный технический университет, Минск

savsvv@inbox.ru

Аннотация. В статье приводятся рекомендации по обнаружению опасных условий внутри автотранспортного средства в зависимости от напряженности электромагнитного поля (В/м) в салонах автомобилей оказывающей вредное воздействие на организм и определения регистрируемых параметров о присутствии опасных условий внутри автотранспортного средства.

Ключевые слова: электромагнитное поле, электромобиль, водитель, прибор, измерение интенсивности облучения, СВЧ диапазон, опасные режимы, технические правила №20, зрение, слух, обоняние, осязание, вкус, 20 мТл.

**Assessment of the electromagnetic field intensity (V/m) in car interiors
with an alarm indicating the presence of hazardous conditions**

SAVLUCHINSKY V.V.,

Candidate of Military Sciences, Belarusian National Technical University,
Minsk

The article provides recommendations for detecting hazardous conditions inside a motor vehicle, depending on the intensity of the electromagnetic field

(V/m) in the car's interior, which has a harmful effect on the body, and for determining the parameters that indicate the presence of hazardous conditions inside the motor vehicle.

Keywords: electromagnetic field, electric vehicle, driver, device, measurement of radiation intensity, microwave range, hazardous conditions, technical regulations No. 20, vision, hearing, smell, touch, taste, 20 mT.

Введение. Данные по влиянию электромагнитного поля радиочастот и микроволнового излучения на водителя автотранспортного средства, которым является электромобиль свидетельствуют, что выраженность наблюдаемых изменений общего физического состояния зависит от интенсивности и времени воздействия.

Вклад электромагнитного излучения дизельного, карбюраторного и инжекторного автотранспорта незначительный, наибольшее влияние оказывает электротранспорт [1]. Гибридные автомобили и электромобили являются наиболее опасными для здоровья водителя, так как большое количество мощной автомобильной электроники сосредотачивается в пределах относительно небольшого по размерам автотранспортного средства. Кроме этого, батареи и силовые кабели в гибридах и электромобилях часто расположены близко к водителю, следовательно, электрический ток, который приводит в действие их двигатель, на малых скоростях создает магнитные поля, которые представляют серьезный риск для здоровья водителя в результате воздействия электромагнитного поля [2].

Нагрузки, возникающие при работе автомобиля, неизбежно оказывают воздействие на элементы его конструкции, в результате чего они изменяются. Кроме обычных эксплуатационных неисправностей, которые неизбежны, всегда могут иметь место внезапные возникновения неисправностей вследствие изменения технического состояния автотранспортного средства и дорожных условий, что носит случайный характер [3].

Основная часть. Установлено что основными факторами являются количество и мощность электрооборудования, работоспособность систем подавления электромагнитного излучения, наличие электронных средств в системе зажигания, пробег, тип кузова и т.п.

При эксплуатации автотранспортного средства, работающего на электротяге, генерируются электромагнитные поля, которые могут нарушить электромагнитную безопасность. Поэтому для обеспечения электромагнитной совместимости необходима оценка характеристик и источников электромагнитного поля в электротранспорте. Зафиксированные высокие уровни воздействия электромагнитного излучения как на водителя, так и на пассажиров автотранспортного средства хоть и не превышают предельно допустимый уровень, но заставляют задуматься о поиске экранирующего оборудования, а также проведении более тщательного исследования различных электромобилей и гибридных автотранспортных средств. Это связано с длительным пребыванием водителей за рулем автотранспортного средства, в отличии от кратковременного воздействия электромагнитных излучений бытовых электроприборов.



Рисунок – 1. Прибор для измерения интенсивности облучения в СВЧ диапазоне



Рисунок – 2. Замер интенсивности облучения в СВЧ диапазоне
Значения излучения электромагнитного поля [4].

Значения электрического поля (измеряется в вольт на метр В/м)

Значения магнитного поля (измеряется в Микро Тесла - μT или в милли Гауссах - mG)

eme54.by

Рассмотрим на каких значениях электромагнитное поле оказывает влияние на человека.

Значения электрического поля (измеряется в вольт на метр В/м)

0-10 В/м - Безопасно

10-25 В/м - Немного фонит

25- 40 В/м - Предельно допустимое

40-100 В/м - Есть влияние

100-200 В/м - Влияет на здоровье человека

200 В/м и более - Опасно для здоровья человека

Значения магнитного поля (измеряется в Микро Тесла - μT или в миллиГауссах - mG)

Измерение магнитного поля в Микро Тесла:

0,0-0,15 μT - Безопасно

0,15-0,25 μT - Немного фонит

0,25-0,4 μT - Предельно допустимое

0,4-1,0 μT - Влияет на здоровье человека

1,0-2,0 μT - Сильное влияние на здоровье человека

2,0 μT и более - Опасно для здоровья человека

Измерение магнитного поля в миллиГауссах:

0-1,5 mG - Безопасно (зеленый уровень)

1,5-2,5 mG -Предельно допустимое (желтый уровень)

2,5-10 mG - Влияет на здоровье человека (оранжевый уровень)

10 mG и более - Опасно для здоровья человека (красный уровень)

Результат замеров электрического поля (измеряется в вольт на метр В/м), магнитного поля (измеряется в Микро Тесла - μT или в миллиГауссах - mG) представлено в таблице, где желтым выделен предельно допустимый уровень, красным выделены значения опасные для здоровья.

Таблица –1. Результат замеров электрического и магнитного поля на месте водителя.

НА МЕСТЕ ВОДИТЕЛЯ				
Места замеров	Без зажигания (все выключено)	Зажигание включено (двигатель готов к работе)	На малом ходу (до 10 км/ч)	На полном ходу (20-40 км/ч)
Ноги	0 v/m 0,1 uT	31 v/m 0,1 uT	41 v/m 1,40 uT	49 v/m 1,58 uT
Руки на руле	0 v/m 0,0 uT	29 v/m 0,0 uT	25 v/m 0,30 uT	27 v/m 0,49 uT

Руки возле консоли	24 v/m 0,11 uT	39 v/m 0,0 uT	45 v/m 1,72 uT	40 v/m 1,83 uT
Тело (кресло)	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,0 uT	37 v/m 0,64 uT	37 v/m 0,42 uT
Голова	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,0 uT	29 v/m 0,32 uT	29 v/m 0,40 uT

Из таблицы видно, что предельно допустимые значения получены на месте водителя ноги, руки возле консоли.

Кроме того, в процессе движения автотранспортного средства происходит изменение электромагнитного излучения за счет присутствия внешних полей от линий электропередач, вышки телерадиопередающего центра, базовых станции сотовой связи и др. [5].

Публикация [6] подтверждает наличие опасных режимов излучения. Это - голова – 20-30 Гц; глаза – 40-100 Гц; вестибулярный аппарат – 0,5-13 Гц; сердце – 4-6 Гц; позвоночник – 4-6 Гц; желудок – 2-3 Гц; кишечник – 2-4 Гц; почки – 6-8 Гц; руки – 2-5 Гц.

Общая картина изменений представлена в таблице.

Таблица- 2. Изменения под влиянием различных уровней электромагнитного поля.

Интенсивность электромагнитного поля, мВт/см ²	Наблюдаемые изменения
600	Болевые ощущения в период облучения.
200	Угнетение окислительно-восстановительных процессов ткани.

100	Повышение артериального давления с последующим его снижением; в случае хронического воздействия – устойчивая гипотония. Двухсторонняя катаракта.
40	Ощущение тепла. Расширение сосудов. При облучении 0,5-1 ч. повышение давления на 20-300 мм рт.ст.
20	Стимуляция окислительно-восстановительных процессов ткани.
10	Астенизация после 15 мин. облучения, изменение биоэлектрической активности головного мозга.
8	Неопределенные сдвиги со стороны крови с общим временем облучения 150 ч., изменение свертываемости крови.
6	Электрокардиографические изменения, изменения в рецепторном аппарате.
4-5	Изменение артериального давления при многократных облучениях, непродолжительная лейкопения, эритропения.
3-4	Ваготоническая реакция с симптомами брадикардии, замедление электропроводимости сердца.
2-3	Выраженный характер снижения артериального давления, учащение пульса, колебания объема крови сердца.
1	Снижение артериального давления, тенденция к учащению пульса, незначительные колебания объема крови сердца. Снижение офтальмотонуса при ежедневном воздействии в течении 3,5 мес.
0,4	Слуховой эффект при воздействии импульсных магнитных полей.
0,3	Некоторые изменения со стороны нервной системы при хроническом воздействии 5-10 лет.
0,1	Электрокардиографические изменения.
До 0,05	Тенденция к понижению артериального давления при хроническом воздействии.

При действии переменного магнитного поля могут наблюдаться только характерные для этого поля явления зрительных ощущений, так называемые фосфены. Принято считать, что они являются результатом непрямого действия на зрительный анализатор наведенных электрических токов. При воздействии постоянных магнитных полей 2 Тл в течении нескольких минут

могут происходить изменения вкусовых ощущений. В областях тела, находящихся под постоянным воздействием магнитного поля чаще всего рук может ощущаться зуд. Объективно отмечаются изменения со стороны сосудистой и капиллярной сети, окраски кожных покровов, может появиться отечность и уплотнения кожи. На ладонной поверхности кистей кожа становится истонченной. Сенситивные нарушения заключаются в гипертензии.

Электромобиль устроен не так просто, как может показаться: ему необходимы сложные преобразователи напряжения и много тяжелых и громоздких аккумуляторов. Электроника проникает не только в управление работой отдельных агрегатов автомобиля, но и в различные вспомогательные системы и элементы его конструкции, в том числе, влияющие на безопасность движения и общую комфортность эксплуатации.

При эксплуатации автотранспортных средств, работающих на электротяге, генерируются электромагнитные поля, которые могут нарушить электромагнитную безопасность. Поэтому для ее обеспечения и электромагнитной совместимости необходима оценка характеристик и источников электромагнитных полей в электротранспорте. Зафиксированные высокие уровни воздействия электромагнитных излучений как на водителя, так и на пассажиров автотранспортного средства.

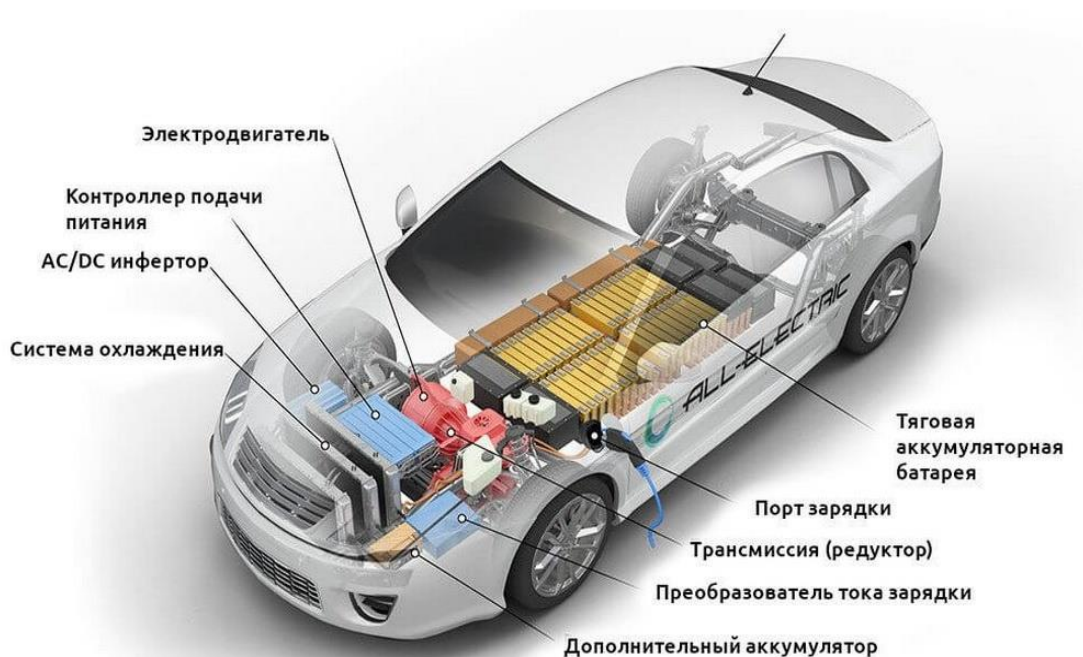


Рисунок – 3. Типовая компоновка электромобиля [7]

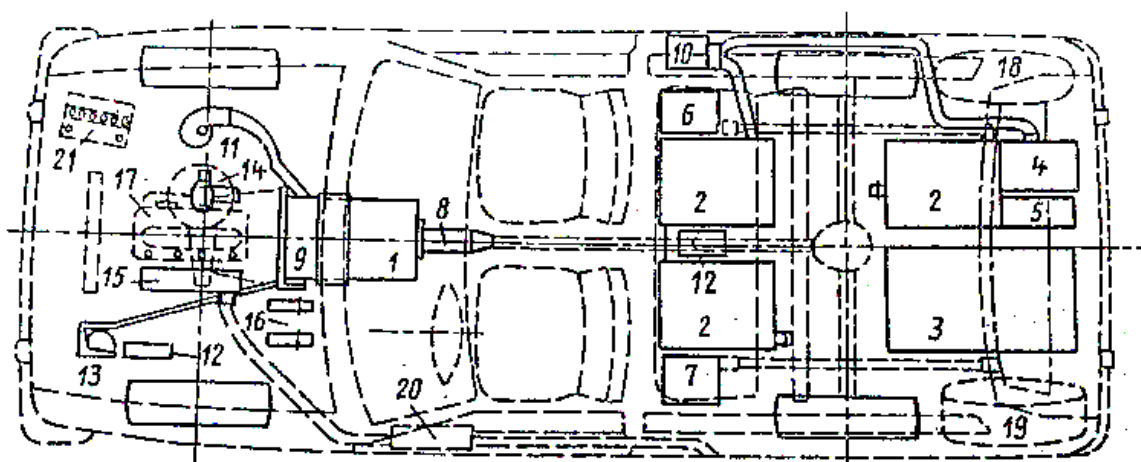


Рисунок – 4. Размещение основных агрегатов на электромобиле фирмы Bosch: 1- электродвигатель, 2- батареи, 3- электроника управления, 4 - преобразователь для заряда батареи 12В, 5- дроссельная катушка, 6- предохранитель, 7- главный выключатель, 8 – сцепление, 9 – фрикционное сцепление, 10 - вентилятор охлаждения батарей, 11 – вентилятор охлаждения электродвигателя, 12 – переключатель, 13- механизм выключения сцепления, 14 – карбюратор, 15 – термический дожигатель, 16- педали дроссельной заслонки и тормоза, 17- бензиновый двигатель, 18 – бензобак, 19 – запасное колесо, 20- глушитель, 21- аккумуляторная батарея 12 В [8, 9].

В настоящее время в Республике Беларусь руководствуются глобальными техническими правилами №20 касающиеся безопасности электромобилей. Технология электрической тяги хорошо отработана, но последние достижения в области энергоаккумулирования (аккумуляторы, конденсаторы, маховики) позволили существенно улучшить характеристики электромобилей и сделали их реальной альтернативой для потребителей [10].

Отмечено, что разные электромагнитные поля могут менять двигательную активность организма, изменять чувствительность к раздражителям, нарушать формирование условных рефлексов и угнетать память. Отмечается изменение двигательной активности при воздействии полей сверхвысоких частот. Среди биотропных параметров электромагнитных полей следует учитывать не только интенсивность, но также градиент, вектор, частоту и форму импульса.

Электромагнитное поле вызывают процесс торможения, на этом принципе реализована методика радиосна. Доказано снопоподобное действие электромагнитного поля.

Любой человек может оценить работу своего мозга по ощущениям основываясь на здравом смысле. Это зрение, слух, обоняние, осязание, вкус.

Так как физиологической основой опасных режимов излучениям являются альфа-ритмы головного мозга, то изменения в ощущениях может быть связано со временем появления различных реакций нервной системы на магнитные поля свыше 20 мТл.

Таблица –3. Время появления различных реакций нервной системы на магнитные поля свыше 20 мТл.

Время	Виды реакций
Секунды (1-3)	Нет
Десятки секунд	Сенсорная, электроэнцефалография, условно рефлекторная.

Минуты	Изменения в двигательной активности, сенсорных процессах, электрической активности, УР и морфологии.
Часы	Дистрофические изменения.
Сутки	Деструктивные изменения.

Если исходить из этапов развития реакций, возникающих при облучении электромагнитным излучением с различными интенсивностями, то весь реально существующий диапазон может быть разбит на несколько областей, переходы между которыми в идеальном случае представляют пороги действия излучений.

Таблица 4 – Уровни биологического действия электромагнитных излучений.

Увеличение	Область летального действия	
	Порог поражения	
	Область экстремальных воздействий	
	Порог вредного действия	
Интенсивность электромагнитных излучений	Область адаптации и компенсации	Зона репаративной регенерации
		Зона компенсации
		Зона физиологической адаптации
Уменьшение	Порог чувствительности	
	Область подпорогового действия	

Существует возможность в определенных пределах провести оценку: представляет ли наблюдаемый эффект потенциальную опасность или нет, оказывает благоприятное действие. В первом случае результаты учитываются в процессе гигиенического нормирования, во-втором – обнаруженный эффект после соответствующей апробации и адаптации к конкретным задачам находит применение в биотехнологической и медицинской практике. Эти эффекты могут лежать в основе нетрадиционных технических систем, в

которых используются неионизирующие электромагнитные излучения преимущественно в импульсном режиме со сложной структурой сигнала.

В соответствии с появлением электротранспорта водитель может быть подвержен информационно-психологическому воздействию на все компоненты сознания – психические процессы (восприятие, память, воображение, мышление, внимание). Поэтому водитель электротранспортного средства должен быть обучен защите от информационных воздействий на психику и признаки применения и собственно применение микроволновых (которые могут быть конструктивными устройствами электротранспорта или электромобиля) установок на опасных режимах излучения.

Опасными условиями являются[11]:

Электромагнитные волны.

1. Дециметровые /ультравысокие частоты (УВЧ)/ длина волны от 1 м до 10 см; частота от 300 МГц до 3 ГГц.
2. Сантиметровые /сверхвысокие частоты (СВЧ)/ длина волны от 10 см до 1 см; частота от 3 ГГц до 30 ГГц.
3. Миллиметровые /крайневысокие частоты (КВЧ)/ длина волны от 1 см до 1 мм; частота от 30 ГГц до 300 ГГц.
4. Рентгеновское излучение длина волны от 10 нм до 1 пм; частоты от 30 ГГц до 300 ЭГц.
5. Гамма-излучение длина волны ≤ 10 Пм; частота ≤ 30 ЭГц

Акустические волны:

1. Инфразвуковые длина волны ≈ 17 м; частоты ниже 20 Гц.
2. Ультразвуковые длина волны $\approx 0,017$ м; частоты выше 20 КГц.

Система комфорта, в зависимости от мощности ее функционирования внутри автомобиля вызывает отрицательное действие на тонкие психические функции: ухудшается внимание, теряется точность расчета, проявляется беспечность и замедляется быстрота реакции. Наиболее опасное для водителя явление – замедление времени реакции в зависимости от уровня возбуждения

коры головного мозга во время движения автотранспортного средства и, в особенности, электромобиля. Может появиться расстройство координации движений.

Признаки, указывающие на воздействие магнитного поля в опасных режимах излучения:

- голосовые изменения;
- двигательное возбуждение;
- выраженные голосовые изменения;
- судороги;
- повышение (понижение) температуры тела;
- учащение (замедление) пульса;
- дыхательные движения (отдышка);
- изменение частоты дыхательных движений и частоты сердечных сокращений;
- ощущение вспышек света (магнитофосфен), возникает при действии магнитного поля на голову;
- раздражение сетчатки;
- воздействие постоянного магнитного поля на затылок повышает порог электрического раздражения руки;
- возникновение слабых ощущений, таких как покалывание, чувство тяжести, ползание мурашек;
- состояние засыпания, наблюдаемое в гипнозе;
- изменение двигательной активности организма, изменение чувствительности к раздражителям;
- ухудшение кратковременной памяти и внимания;
- снижения скорости ответных реакций на раздражители;
- снижение болевого порога;
- ощущение тепла в месте воздействия, схожее с действием солнечных лучей;

- слабое недомогание;
- головная боль;
- головокружение;
- тошнота;
- рвота;
- чувство страха;
- жажда;
- легкая слабость;
- боли в конечностях;
- повышенная потливость;
- повышение температуры тела;
- приступы тахикардии;
- нарушение сердечной деятельности;
- гипертензия.

Заключение. Таким образом требования к прибору по обнаружению опасных зон электромагнитных излучений могут состоять из двух групп требований. Первая группа это требования к обнаружению опасных условий внутри автотранспортного средства. Вторая группа требований это обнаружение опасных условий в географическом месте расположения автотранспортного средства.

Оценивая биологические последствия (эффекты) облучения организмов, удобно делить их на летальные, возникающие в результате действия излучения в больших дозах, и не летальные (сублетальные) инициируемые воздействием излучений в малых и средних дозах. В определенном диапазоне доз наблюдаются эффекты стимуляции, а не повреждения или угнетения таких процессов как клеточное деление, рост и развитие организма.

Литература:

1. Птицына Н.Г., Копытенко Ю.А., Исмагилов В.С., Коробейников А.Г. Электромагнитная безопасность электротранспортных систем: основные

источники и параметры магнитных полей. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. №2 (84). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektromagnitnaya-bezopasnost-elektrotransportnyh-sistemasnovnyye-istochniki-i-parametry-magnitnyh-poley> (дата обращения: 24.01.2020).

2. Селиванов С.Е., Филенко В.В., Бажинов А.В., Будянская Э.Н. Электромагнитные загрязнения биосферы автотранспортом (автомобили, электромобили, гибридные автомобили) //Автомобильный транспорт. 2009. № 25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektromagnitnyezagryazneniya-biosfery-avtotransportom-avtomobili-elektromobili-gibridnye-avtomobili> (дата обращения: 24.01.2020).

3. Фламиш О. Диагностика автомобилей. Способы обнаружения скрытых неисправностей. Пер. с венг. А. П. Самойлова / О. Фламиш.- М.: «Транспорт», 1973 г. – 206 с.

4. Поисковый сервер «ЯНДЕКС». [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://dzen>. - Дата доступа 26. 05. 2025.

5. Ивлева, Я.С. Мониторинг и составление карт электромагнитных полей в условиях города Оренбурга / Я.С. Ивлева // Достижения вузовской науки «Экология и науки о Земле» – С. 183-188.

6. Ворошилов С. Я. Убийства, совершаемые с применением оружия, поражающего излучением. Проблемы законодательства. С. 95—103 // Аналитика на службе Отечеству : сборник статей / под ред. Ю. В. Курносова. По итогам научно-практической конференции РАШ, 15 декабря 2024 года. — Москва : РИТМ, 2018-, 2024. — 145, [1] с. : ил., портр., табл.; ISBN 978-5-98422-710-0.

7. Галкин Ю.М. Анализ развития автомобилей и перспективы их применения в СССР/ Ю.М. Галкин – 1951 – 40 с. Развитие конструкции автомобилей/ кол.авт. Министерство автомобильной и тракторной промышленности СССР. Особая автомобильная лаборатория при НАМИ – М.: Машгиз. 1949 г.

8. Ставров О.А. Электромобили (зарубежные)/ О.А. Ставров – М.: Автомобилестроение, том 2, итоги науки и техники, 1976г., 160с.
9. Ставров О.А. Электромобили/ О.А. Ставров.- М.: Издательство «Транспорт», 1968 г. – 104 с.
10. Государственный стандарт Республики Беларусь. Глобальные технические правила №20 касающиеся безопасности электромобилей. Госстандарт Минск. Введены в действие постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 10 апреля 2020 г. № 19 в качестве государственного стандарта Республики Беларусь с 1 июля 2020г.
11. Ворошилов С. Я., Лозовицкая Г. П. Оружие, поражающее излучением как средство совершения преступлений [Электронный ресурс] — URL: <https://clck.ru/XnQLr>



Савлучинский Валерий Всеволодович

220086 г. Минск, ул. Славинского д. 6, кв. 24, БНТУ АТФ инженер
кафедры ТЭА, кандидат военных наук. Электронная почта: savsvv@inbox.ru