

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



Институт промышленной автоматизации и цифровизации
имени А. Буркитбаева
Кафедра «Робототехника и технические средства автоматизики»

Салалы Айдана Мауленқызы

«Разработка лабораторного стенда по исследованию сопротивления тела
человека»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

5В071600 – Приборостроение

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет

имени К.И. Сатпаева


Институт промышленной автоматизации и цифровизации

имени А. Буркитбаева

Кафедра «Робототехника и технические средства автоматики»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой РТиТСА

 Ожикенов К.А.

« 7 » июня 2021 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: Разработка лабораторного стенда по исследованию сопротивления
тела человека

по специальности 5В071600 – Приборостроение

Выполнила: Салалы Айдана Мауленкызы.

Научный руководитель

Магистр технических наук

 Аймуханбетов Е.

« 7 » июня 2021 г.

Алматы 2021


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной автоматизации и цифровизации
имени А. Буркитбаева

Кафедра «Робототехника и технические средства автоматики»

5B071600 – Приборостроение

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой РТиТСА
 Ожикенов А.К.
“ 24 “ ноября 2020г

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Салалы Айдане Мауленқызы

Тема разработка лабораторного стенда по исследованию сопротивления тела человека.

Утверждена приказом Ректора Университета №2131-б от “24” ноября 2020г.

Срок сдачи законченной работы “7” июня 2021г.

Исходные данные к дипломной работе:

Разработка лабораторного стенда по исследованию сопротивления тела человека.

Перечень подлежащих разработке в дипломной работе вопросов:

а) Исследование электричество и кожа.

б) Исследование сопротивления тела человека.

в) Знакомство с Proteus-ом.

г) Сборка схемы.

Рекомендуемая основная литература: 6 из 6 представленной.

ГРАФИК

подготовки дипломной работы

Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
<u>Введение. Обзор литературы.</u>	20.01.2021	
<u>Электричество и кожа.</u>	10.02.2021	
<u>Сопротивление тела человека.</u>	15.03.2021	
<u>Исследование сопротивления тела человека.</u>	15.04.2021	
<u>Практическая часть. Разработка схемы прибора.</u>	31.04.2021	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Баянбай Н. А	9.06.2021	

Научный руководитель Аймуханбетов Е.

Задание принял к исполнению обучающийся Салалы А. М.

Дата " 9 " июня 2021

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс “адам денесінің кедергісін зерттеу үшін зертханалық стенд жасау”.

Дипломдық жұмыс әдебиетке шолу, кіріспеден, негізгі бөлімнен, тәжірибе бөлімінен, қорытындыдан, сонымен қатар дипломдық жұмысты жазу кезінде пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Жұмыстың мақсаты адам денесінің кедергісін зерттеу үшін зертханалық стенд жасау.

Дипломдық жұмыстың объектісі медициналық мақсаттағы құрал. Жалпы, жұмыста талдаулардың, әдебиеттердің кең тізімінің және іске асырылған жобалардың арқасында осы зертханалық стендтің пайдалылығы дәлелденді.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа на тему “разработка лабораторного стенда по исследованию сопротивления тела человека”.

Дипломная работа состоит из введения, основной части, заключения, а также списка использованной при написании дипломной работы литературы.

Цель работы заключается в разработке лабораторного стенда по исследованию сопротивления тела человека.

Объектом дипломной работы является прибор для медицинских целей. В целом в работе, за счет проведенного анализа, широкого перечня литературы и реализованных проектов, доказана польза данного лабораторного стенда.

ANNOTATION

Thesis on "development of a laboratory stand for the study of the resistance of the human body."

The thesis consists of an introduction, a main part, a conclusion, as well as a list of literature used in writing the thesis.

The purpose of the work is to develop a laboratory stand for the study of the resistance of the human body.

The subject of the thesis is a device for medical purposes. In general, in the work, due to the analysis, a wide list of literature and implemented projects, the usefulness of this laboratory stand has been proven.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Электричество и кожа	10
2 Сопротивление тела человека	12
3 Исследование сопротивления тела человека	15
3.1 Исследование зависимости сопротивления человеческого тела от состояния его кожи	15
3.2 Исследование зависимости сопротивления от времени суток	16
3.3 Изучение сопротивления от физиологических факторов	16
3.4 Исследование зависимости сопротивления тела человека от окружающей среды	18
4 Практическая часть	20
4.1 Proteus	20
4.2 Схема прибора	20
Заключение	24
Список использованной литературы	25

ВВЕДЕНИЕ

Сопротивление тела человека — величина не постоянная. Зависит она от многих факторов, начиная от физического состояния человека и заканчивая психофизическим. В расчет также берутся параметры замкнутой цепи и окружающей среды. У разных тканей человеческого тела разное сопротивление току. Например, у кожи, жировой ткани и костей — большое, а у крови, мышечной ткани и особенно у спинного и головного мозга — малое. Наибольшим сопротивлением обладает эпидермис, верхний слой кожи. Кожное сопротивление сильно реагирует на любые изменения в организме человека, такие как физические и психологические. Сопротивление меняется от любых изменений и процессов в организме. Известно, что сопротивление тела нормального человека растет в состоянии расслабления, а в активном состоянии наоборот понижается. То есть оно возрастает, когда человек в состоянии покоя или спит, и уменьшается в обратном случае. Конечно, в противном случае это будет отклонением от нормы. Коротко говоря, измерив сопротивления тела мы сможем за короткое время определить важные показатели. Однако, нужно иметь в виду, что при этом измерение должно быть высокой точности.

Другими словами, целью моей дипломной работы является разработать лабораторный стенд, который в дальнейшем можно будет использовать в медицинских исследованиях.

1 Электричество и кожа

Кожа человека — это структура, которая образована эпидермисом, дермой и подкожной жировой клетчаткой. Самым тонким ее слоем, как известно, является эпидермис. Учитывая его маленькие размеры, он обладает наиболее важными функциями. Информация нужна для ауторегуляции важных процессов в организме.

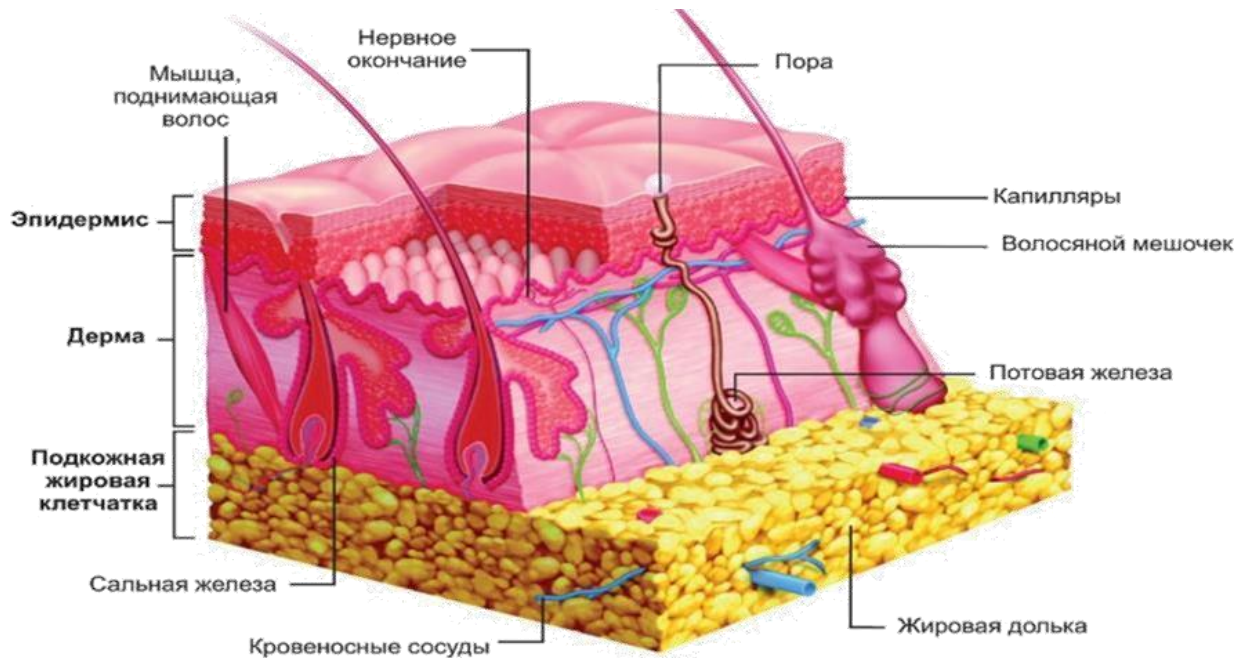


Рисунок 1.1 – Структура кожи

Эпидермис действует как барьер, защищающий организм от ультрафиолетового (УФ) излучения и коротковолновых рентгеновских лучей, вредных химических веществ и патогенов, таких как бактерии, вирусы и грибки.

Исторически считалось, что функция эпидермиса заключается в регулировании жидкости и защите тела от механических повреждений. В последние годы мы пришли к пониманию того, что это сложная система, которая играет ключевую роль в том, как иммунная система взаимодействует и нацелена на защиту.

Особенности строения эпидермиса придают ему высокую упругость и эластичность. Обладает большой механической прочностью, что позволяет выдерживать высокие механические нагрузки. Обладая высокими регенерирующими свойствами, он способен быстро восстанавливаться в случае повреждения. Благодаря своей удивительной и разнообразной электропроводности он обладает чрезвычайно высокой защитной способностью рецепторов.

Большинство ученых говорят о коже как о топографическом соединении отдельных участков эпидермиса. В точках акупунктуры значение проводимости отличается от основного состава эпидермиса. Это означает, что есть разница в

признаках этих точек. Через эти точки обычно реализуется связь эпидермиса с внутренними органами. Проводимость электрической цепи через эпидермис в точках акупунктуры может быть фатальным даже при очень низком напряжении.

Эпидермис – внешний слой кожи считается диэлектриком большим значением сопротивления и высокой диэлектрической проницаемостью. Так как температуры внутренних органов и окружающей среды отличаются, происходит диффузия электрического газа. В итоге клеточные мембраны разрушаются, из-за влияния напряжения, а бактерии умирают. Кожа как электростатический фильтр, который используют в системах жизнеобеспечения закрытых пространств. Это объясняется тем, что для уничтожения нейрона или клетки энергия электрического поля должна быть в пределах 10-20 Дж. Но все это действительно так только при условии, что сопротивление кожи находится на очень высоком уровне. То есть кожа должна быть сухой в нормальном состоянии, чтобы такое электростатическое поле могло возникнуть – тогда будет «стерилизатор». Следовательно, наше электричество служит очень хорошей защитой от повреждения микроорганизмами, бактериями воздуха, окружающего человека.

2 Сопротивление тела человек

Электропроводимость живой материи, обусловлена не только ее физическими особенностями, но и сложнейшими биохимическими и биофизическими процессами, присущими только живому организму. В живой материи нет свободных электронов, поэтому ее нельзя уподоблять металлическим проводникам, электричество в котором считается упорядоченным движением свободных электронов.

Большинство тканей человеческого тела содержат большое количество воды (до 65%). Отсюда следует, что живую ткань можно рассматривать как электролит. Выходит, что перенос электрических зарядов в живом организме производят не с помощью свободных электронов, как в случае с металлическими проводниками, а заряженными атомами.

В биологической ткани рассматривается явление межклеточное перемещение энергии. Следовательно, можно предположить, что, как и полупроводники живая ткань имеет электронно-дырочную проводимость, в которых перенос заряда проходит через электроны и дырки проводимости.

Получается, что человеческое тело как проводник отдельного вида. Оно имеет переменное сопротивление и в той или иной степени обладает признаками проводников первого типа и второго.

Из этих данных следует, что у нашей кожи очень большое сопротивление, и это основной фактор, определяющий сопротивление всего человеческого тела.

Многие факторы как состояние кожи, физиологические особенности, окружающая среда и состояние электрической цепи влияют на сопротивление тела человека, делая его величину переменной с нелинейной зависимостью.

Сопротивление человеческого тела можно условно считать состоящим из трех последовательно соединенных сопротивлений: двух идентичных сопротивлений внешнего слоя кожи, то есть эпидермиса, $2R_n$ и один, называемый внутренним сопротивлением тела R_b .

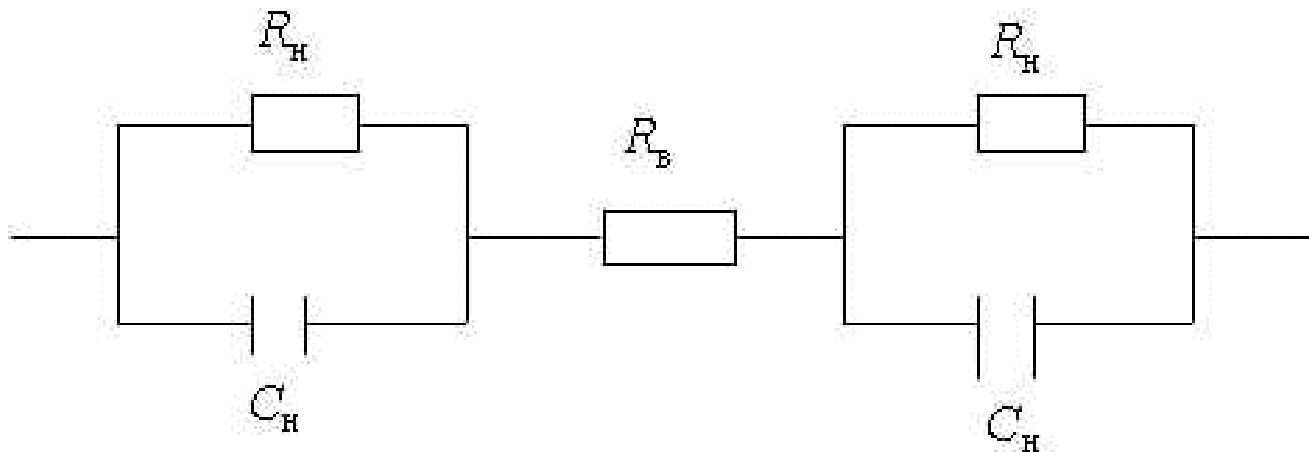


Рисунок 2.1 – Схема сопротивления тела человека

Внутреннее сопротивление тела R_B считается чисто активным, хотя оно также имеет емкостную составляющую. R_B составляет примерно 500-700 Ом.

$$Z_h = 2Z_H + R_B = \frac{2}{\frac{1}{R_H} + j\omega C_H} + R_B, \quad (1)$$

$$Z_h = \sqrt{\frac{4R_H(R_H + R_B)}{1 + \omega^2 R_H^2 C_H^2} + R_B^2}, \quad (2)$$

где Z_H – сопротивление верхнего слоя кожи, Ом. $\omega = 2\pi f$ – угловая скорость, рад/с; f – частота тока, Гц.

Схему можно упростить, если представить, что сопротивление тела человека как параллельное соединение сопротивления R_h и емкости C_h , которые назовем соответственно активным сопротивлением и емкостью тела человека (рис. 2.2). При этом

$$R_h = 2R_H + R_B, \quad (3)$$

$$C_h = 0.5C_H, \quad (4)$$

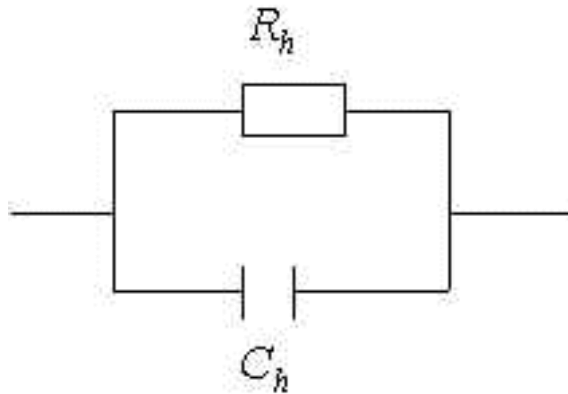


Рисунок 2.2 – Упрощенная схема замещения сопротивления тела человека

В таком случае полное сопротивление тела человека в действительной форме будет, Ом,

$$Z_h = \frac{R_h}{\sqrt{1 + \omega^2 R_h^2 C_h^2}}, \quad (5)$$

Полное сопротивление тела будет равно сумме активных сопротивлений эпидермиса и внутреннего сопротивления, если емкость равна нулю.

$$Z_h = 2R_H + R_B = R_h, \quad (6)$$

3 Исследование сопротивления человеческого тела

3.1 Исследование зависимости сопротивления человеческого тела от состояния его кожи

3.1.1 С помощью ампервольтметра измерили сопротивление тела при чистой, сухой и невредимой коже. Электроды были приложены от ладони одной руки к ладони другой руки $R_{лп}$. Измерения проделали 10 раз и посчитали среднее арифметическое значение.

Полученные результаты приведены в таблице.

Таблица 3.1 – Сопротивление при сухой коже

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R_{лп}$, кОм	1,5	1,6	1,7	1,6	1,6	1,7	1,5	1,5	1,6	1,5
$R_{ср}$, кОм	1,58									

3.1.2 Очищенной водой протерли руки. Данные занесли в таблицу 2.

Таблица 3.2 – Сопротивление при влажной коже

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R_{лп}$, кОм	1,4	1,5	1,4	1,3	1,4	1,3	1,5	1,3	1,5	1,4
$R_{ср}$, кОм	1,40									

3.1.3 Подсоленной водой намочили руки. Данные вписали в таблицу 3.

Таблица 3.3 – Сопротивление при увлажнении кожи соленой водой

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R_{лп}$, кОм	1,2	1,1	1	1,2	1,1	1	1,1	1,1	1	1,2
$R_{ср}$, кОм	1,10									

При выделении из организма пота и кожного сало на поверхности кожи появляются жирные кислоты и минералы. И благодаря им сопротивление кожи больше. Соответственно, когда кожу увлажняют водой, ее электропроводимость возрастает. Пот содержит в себе воду, минеральные соли и продукты обмена веществ, поэтому он отлично проводит электричество.

3.1.4 Удалили верхний слой эпидермиса на сухих участках кожи, там, где установлены электроды, измерили сопротивление.

Результаты занесли в таблицу 4.

Таблица 3.4 – Сопротивление при поврежденной коже

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R_{лп}$, кОм	1,1	1	0,9	1	1	0,9	0,8	1	1	0,8
$R_{ср}$, кОм	0,95									

Любое повреждение рогового слоя (царапины, порезы), понижают сопротивление человеческого тела.

3.1.5 Протерли руки металлической пылью. Наложили электроды на загрязненную кожу рук и измерили его показания.

Результаты внесены в таблицу 5.

Таблица 3.5 – Сопротивление кожи при загрязнении

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R _{лл} , кОм	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	1,3	1,4	1,5	1,4
R _{ср} , кОм	1,37									

Если загрязнить человеческую кожу разными веществами, особенно с высокой проводимостью, то ее сопротивление может снизиться, как при влаге на коже. Такие вещества еще надолго остаются в теле, проникая в выводные протоки, и создают токопроводящие каналы.

Вывод: сопротивление кожи резко падает при наличии влаги, сильном потоотделении, загрязнении и повреждении ее поверхностного слоя.

3.2 Исследование зависимости сопротивления от времени суток

Сопротивление человеческого тела у разных людей разное. Оказывается, у одного и того же человека в разное время суток оно бывает разным.

Данные измерений внесли в таблицу 6.

Таблица 3.6 – Зависимость сопротивления от времени суток

№ опыта	пробуждение		завтрак		обед		вечер		ночь	
	R ₁ , кОм	R _{ср1} , кОм	R ₂ , кОм	R _{ср2} , кОм	R ₃ , кОм	R _{ср3} , кОм	R ₄ , кОм	R _{ср4} , кОм	R ₅ , кОм	R _{ср5} , кОм
1	1,2	1,32	1,5	1,51	1,5	1,49	1,6	1,54	1,3	1,35
2	1,3		1,5		1,45		1,3			
3	1,4		1,6		1,4		1,4			
4	1,4		1,5		1,6		1,4			
5	1,3		1,5		1,5		1,3			
6	1,25		1,6		1,5		1,4			
7	1,4		1,4		1,5		1,4			

Вывод: в результате было установлено, что наименьшее сопротивление у организма проявляется ночью и рано утром, наибольшее - сразу после завтрака и вечером.

3.3 Изучение сопротивления от физиологических факторов

Другие факторы также влияют на ценность сопротивления, хотя и в гораздо меньшей степени.

1 Для эксперимента были приглашены люди разного пола и возраста - мужчина, женщина, мальчик, девочка. Измерения проводились ампервольтметром при тех же начальных условиях.

Полученные результаты занесли в таблицу 7.

Таблица 3.7 – Зависимость сопротивления от пола и возраста

№ опыта	мужчина		женщина		мальчик		девочка	
	R ₁ , кОм	R _{ср1} , кОм	R ₂ , кОм	R _{ср2} , кОм	R ₃ , кОм	R _{ср3} , кОм	R ₄ , кОм	R _{ср4} , кОм
1	1,9	1,97	1,8	1,72	1,6	1,56	1,5	1,53
2	2		1,7		1,5		1,5	
3	1,9		1,8		1,6		1,6	
4	2,1		1,7		1,4		1,4	
5	2		1,7		1,5		1,5	
6	1,9		1,7		1,6		1,6	
7	2		1,7		1,7		1,6	

По таблице видно, что у взрослых показатели выше, чем у детей. И у мужчин больше чем у женщин, соответственно, у мальчиков тоже больше чем у девочек. Объясняется это тем, что у кого-то кожа толще и грубее, а у кого-то тоньше и мягче.

2 Чтобы доказать, что сопротивляемость человека меняется с возрастом и полом, были проведены эксперименты с учащимися разных классов. Были приглашены девочки и мальчики, в равном количестве из разных возрастных категорий 5 девочек и 5 мальчиков. Всего 70 испытуемых. Каждый из них заранее вымыл руки и тщательно вытер их чистыми салфетками. [1]

Результаты измерений занесены в таблицу 8.

Таблица 3.8 – Зависимость сопротивления от возраста

№ оп.	5 класс		6 класс		7 класс		8 класс		9 класс		10 класс		11 класс	
	R ₅ , кОм	R _{ср5} , кОм	R ₆ , кОм	R _{ср6} , кОм	R ₇ , кОм	R _{ср7} , кОм	R ₈ , кОм	R _{ср8} , кОм	R ₉ , кОм	R _{ср9} , кОм	R ₁₀ , кОм	R _{ср10} , кОм	R ₁₁ , кОм	R _{ср11} , кОм
1	1,2	1,23	1,1	1,12	1,1	1,21	1,3	1,44	1,4	1,46	1,4	1,51	1,8	1,63
2	1,2		1,2		1,2		1,3		1,3		1,5		1,5	
3	1,3		1		1		1,6		1,6		1,6		1,6	
4	1,2		1,2		1,2		1,4		1,4		1,5		1,5	
5	1,3		1		1,2		1,5		1,5		1,5		1,5	
6	1,3		0,8		1,3		1,6		1,6		1,6		1,6	
7	0,9		1,3		1,4		1,3		1,2		1,4		1,4	
8	1,3		1,1		1,1		1,5		1,6		1,6		1,6	
9	1,2		1,2		1,3		1,4		1,6		1,6		1,6	
10	1,4		1,3		1,3		1,5		1,4		1,4		1,4	

Как видно из экспериментов, кожа старшеклассников имеет большую сопротивляемость, чем младших, это связано с тем, что с возрастом кожа становится толще, ее защитные функции становятся лучше.

3 Для определения зависимости сопротивления человеческого тела от настроения были приглашены студенты (10 испытуемых одного возраста по каждой эмоции, всего 40 человек, девочки и мальчики поровну), которые были

заранее проинформированы о ложных новостях - радостная, грустная, раздражающая и интригующая. Сопротивление тела измеряли, прикладывая электроды к ладоням испытуемых. [1]

Результаты представлены в таблице 9.

Таблица 3.9 – Зависимость сопротивления от настроения

№ опыта	раздражение		радость		грусть		интрига	
	R ₁ , кОм	R _{ср1} , кОм	R ₂ , кОм	R _{ср2} , кОм	R ₃ , кОм	R _{ср3} , кОм	R ₄ , кОм	R _{ср4} , кОм
1	1,9	1,88	1,7	1,76	1,3	1,24	1,8	1,67
2	2		1,8		1,2		1,7	
3	1,8		1,8		1,1		1,7	
4	1,8		1,9		1,3		1,5	
5	1,7		1,7		1,4		1,6	
6	2,1		1,6		1,2		1,6	
7	2		1,8		1,2		1,8	
8	1,9		1,7		1,3		1,7	
9	1,8		1,8		1,2		1,6	
10	1,8		1,8		1,2		1,7	

Максимальное сопротивление тела было обнаружено у сердитых и раздраженных студентов. Студенты, получившие печальную новость, проявили наименьшее сострадание. У студентов, прибывших в радостном настроении, сопротивление не сильно изменилось, а увеличилось. Студенты, которым сказали, что у них есть тест на детекторе лжи, были заинтригованы, и, как показывают результаты, их сопротивление также возросло.

Испытуемые также подвергались воздействию неожиданно возникающих физических раздражителей - света, звука, боли (уколы и удары). Все вышеперечисленные раздражения вызвали снижение сопротивляемости организма на 20-50% на несколько минут.

Вывод: физиологические особенности организма, а также эмоциональное состояние влияют на сопротивляемость кожи человека. С возрастом наша кожа становится более защищенной.

3.4 Исследование зависимости сопротивления тела человека от окружающей среды

Для определения зависимости сопротивления организма человека от окружающей среды были проведены эксперименты с десятью студентами,

находившимися в одной комнате, но в разных условиях. Студенты вошли в теплую вентилируемую комнату и измерили сопротивление кожи. После нахождения в течение 45 минут. сопротивление было повторно измерено в этой комнате. Затем этих же студентов попросили потратить 45 минут. в непроветриваемом и влажном помещении.[1]

Результаты измерений занесены в таблицу 10.

И они также проводили измерения на одних и тех же учениках, пробыв на улице в течение 45 минут. при температуре -8°C .

Таблица 3.10 – Зависимость сопротивления от окружающей среды

№ опыта	проветренное (норма)		проветренное через 45 мин.		влажное		влажное через 45 мин.		с улицы через 45 мин.	
	R ₁ , кОм	R _{ср1} , кОм	R ₂ , кОм	R _{ср2} , кОм	R ₃ , кОм	R _{ср3} , кОм	R ₄ , кОм	R _{ср4} , кОм	R ₅ , кОм	R _{ср5} , кОм
1	1,3	1,44	1,2	1,35	1,3	1,42	1,1	1,31	1,1	1,23
2	1,3		1,1		1,3		1,1			
3	1,6		1,5		1,5		1,3			
4	1,4		1,4		1,4		1,3			
5	1,5		1,5		1,5		1,3			
6	1,6		1,5		1,5		1,2			
7	1,3		1,2		1,3		1,1			
8	1,5		1,4		1,5		1,3			
9	1,4		1,3		1,4		1,3			
10	1,5		1,4		1,5		1,4			

Наибольшее сопротивление имели испытуемые, находившиеся в теплом проветренном помещении. Сопротивление было ниже у испытуемых, которые находились в помещении с высокой влажностью($\phi = 65\%$). Самый низкий показатель сопротивления был у испытуемых, которые были на улице при температуре -8°C . Изменение парциального давления в воздухе по сравнению с нормой, соответственно, меняет сопротивление человеческого тела. Следовательно, в закрытых помещениях, где парциальное давление ниже, риск поражения электрическим током при прочих равных условиях выше, чем на открытом воздухе. [1]

4 Практическая часть

4.1 Proteus

Схема была просимулирована и смоделирована в программе Proteus.

Proteus — это программное обеспечение для проектирования схем, изобретенное Labcenter Electronics. Он используется для проектирования различных схем на печатной плате и их моделирования. Использование Proteus для любого проекта электронной схемы делает этот проект рентабельным и менее подверженным ошибкам благодаря схематической конструкции.

Есть множество преимуществ для моделирования схем на Proteus, прежде чем делать их на практике:

- проектирование схем на Proteus занимает меньше времени, чем практическое построение схемы;
- вероятность ошибки меньше при программном моделировании, например, ненадежное соединение, которое требует много времени, чтобы обнаружить проблемы соединения в практической цепи;
- имитация схем обеспечивает основную особенность, заключающуюся в том, что некоторые компоненты схем непрактичны, тогда вы можете построить свою схему на Proteus. Нет возможности сжечь и повредить любой электронный компонент в Proteus;
- используя Proteus, вы можете найти различные родительские схемы цепей, такие как ток, значение напряжения любого компонента и сопротивление в любой момент, что очень сложно в практической схеме.

4.2 Схема прибора

На рисунке показана **схема** чувствительного датчика, откликающегося на изменение сопротивления тела человека.

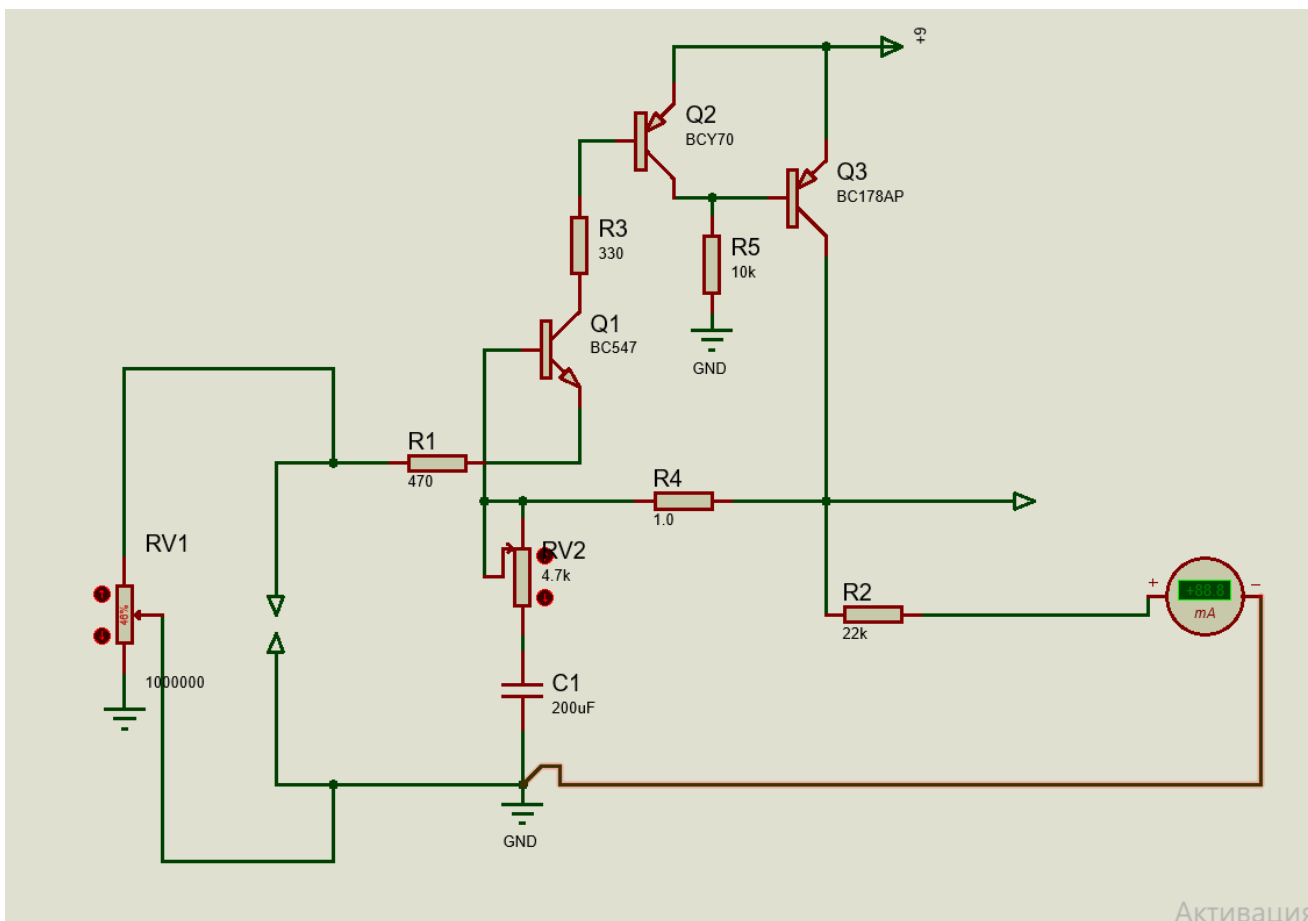


Рисунок 4.1 – Схема прибора

Посмотрим на принцип действия схемы.

Q1, Q2 – транзисторы с собранным усилителем по току со смещением. BC547, BCY70, BC178AP – широко распространенные транзисторы с очень большим коэффициентом усиления по току $h_{21э}$. Благодаря этому можем обойтись в данной схеме без каких-либо вспомогательных усилителей и микросборок.

Напряжение источника на выходе – 6-12В. Он должен быть именно стабилизированный, так как точность работы прибора на прямую зависит от этого.

Контакты X1, X2 представляют собой два одинаковых браслета из меди, именно он хорошо проводит ток. Также можно использовать кольца, одеваемые на пальцы. Длина и состав соединительных проводов обязательно должны быть одинаковые. X1 и X2 по очереди подключаем к разным сопротивлениям до единиц Мом. Считываем сопротивление, которое действует на шкалу миллиамперметра. Соответственно, чем ниже падает показатель сопротивления тела человека, тем дальше двигается стрелка в миллиамперметре. [2]

Мы проверили работу нашей схемы просимулировав ее. Данные полученные при симуляции были внесены в таблицу Excel с помощью этой таблицы был построен график приведенный ниже.

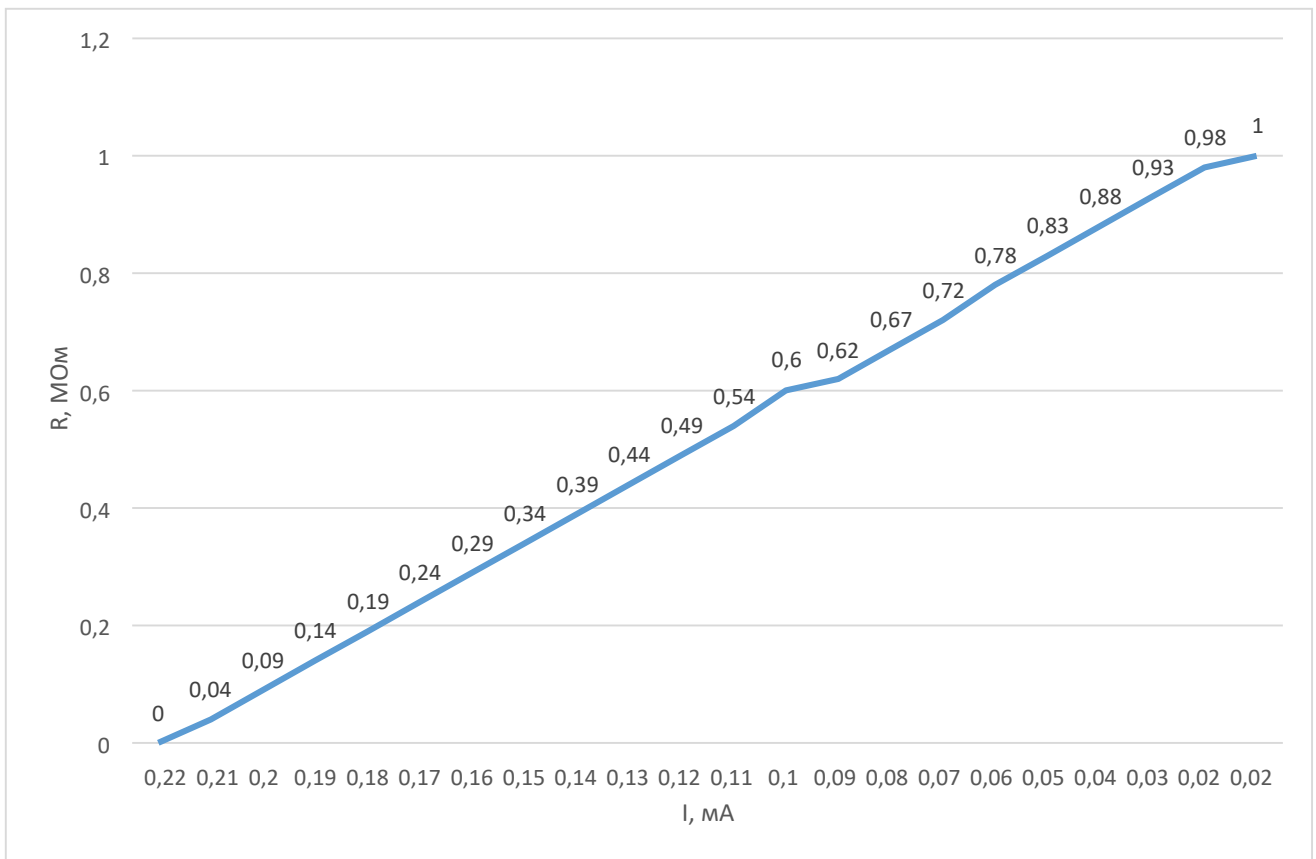


Рисунок 4.2 – График зависимости миллиамперметра от сопротивления
 После симуляции схемы я смоделировала его в 2D и в 3D виде.

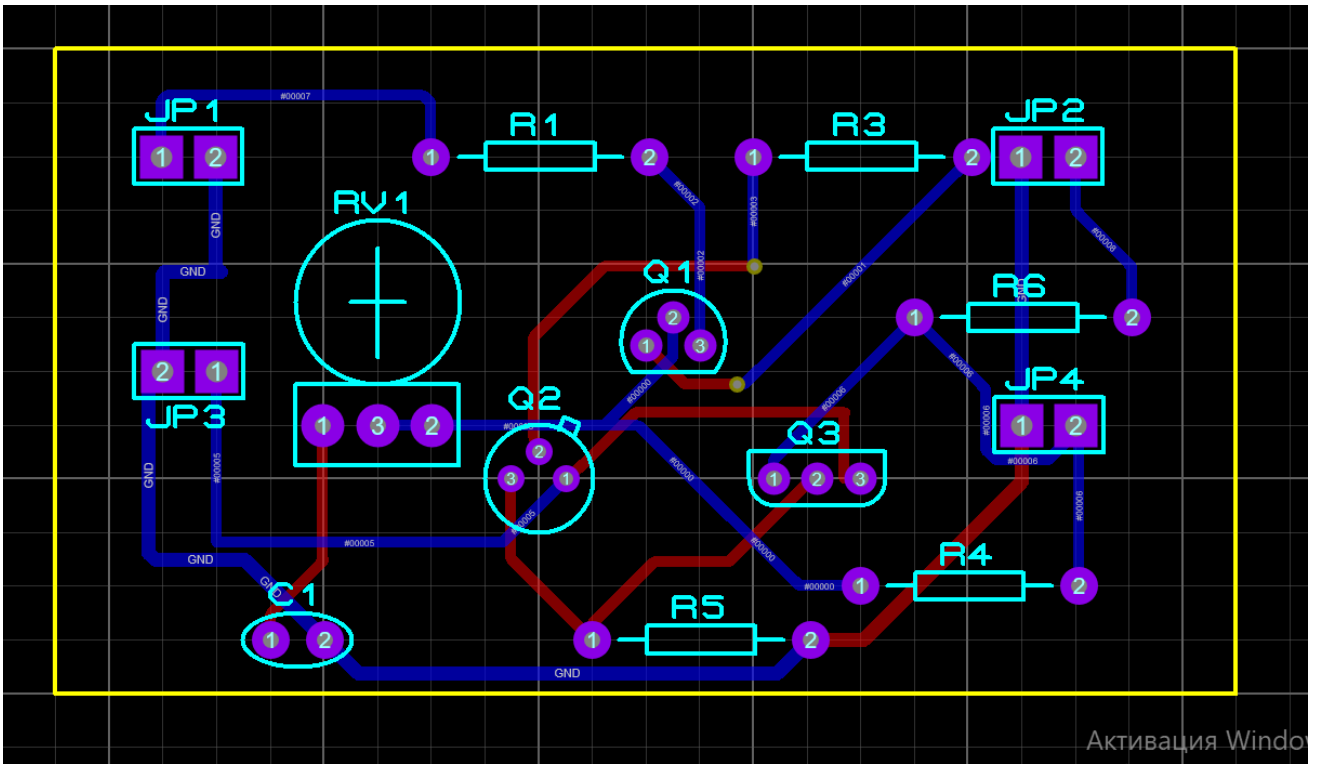


Рисунок 4.2 – 2D модель схемы

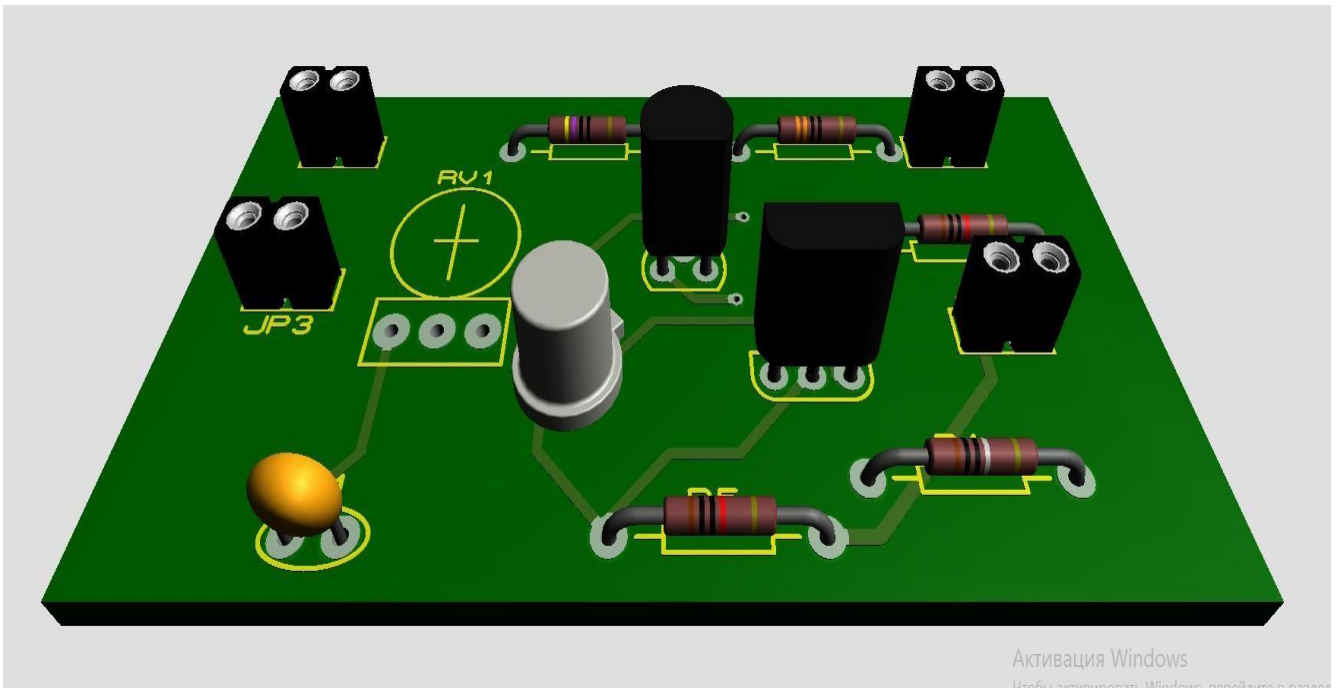


Рисунок 4.3 – 3D модель схемы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы я исследовала связь между сопротивлением тела человека и его физическим и психофизическим состоянием. То есть используя прибор, который сможет считывать человеческое сопротивление, мы сможем выяснить пол, возраст человека, его эмоциональное состояние и другие физиологические особенности.

Чтобы собрать схему прибора мы использовали программу Proteus, в которой также и смоделировали его. При симуляции схемы можно заметить, что при увеличении сопротивления, значение в миллиамперметре понижается, как видно по вышеуказанному графику. То есть прибор работает исправно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Мансуров Д. Электрическое сопротивление тела человека, 2016г - С. 12-15.
 - 2 Кашкаров А. П. 500 схем для радиолюбителей. Электронные датчики. // электронная версия на сайте [http://radio-uchebnik.ru/shem/29-meditsinskaya-](http://radio-uchebnik.ru/shem/29-meditsinskaya)
 - 3 Беркинблит М.Б. и др. Электричество в живых организмах. – М.: Наука, 1988.
 - 4 Богданов К.Ю. Физика в гостях у биолога. – М., 1986.
 - 5 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: «Знак», 2000.
- Информационный сайт
- 6 http://ftek.mpei.ac.ru/bgd/bgd_.htm#deistvie_toka – Безопасность жизнедеятельности Московский энергетический институт (ТУ) Кафедра инженерной экологии и охраны труда.