

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
основная общеобразовательная школа № 19

Изучение теплопроводности различных видов утеплителей одежды.

Исследовательская работа.

Работу выполнили:

ученицы 7 класса

Болотина Светлана Евгеньевна,

Рыбакова Алена Владимировна.

Научный руководитель:

учитель МБОУ ОШ №19

Карманова Ольга

Васильевна

г. Бор

2017

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Теоретический материал.....	4
1.1 Теплопередача. Виды теплопередачи.....	4
1.2. Классификация утеплителей.....	5
1.3. Физика человека.....	6
Глава 2. Исследование.....	7
2.1 Методика работы.....	7
2.2 Эксперимент по теме «Сравнение теплопроводности различных утеплителей одежды».....	7
2.3. Анализ результатов измерений.....	8
Заключение.....	11
Список использованной литературы.....	12
Интернет ресурсы.....	12
Приложение 1. Виды утеплителей	13
Приложение 2. Модель эксперимента.....	13
Приложение 3. Ход эксперимента.....	14
Приложение 4. Результаты измерений.....	15
Приложение 5. Анализ измерений.....	16

Введение

В условиях холодного климата возникает проблема соответствующей одежды, которая должна хорошо сохранять тепло, для этого она должна обладать малой теплопроводностью. Всем известно, что сама по себе ткань мало греет и, чтобы пальто или куртка стали более или менее тёплыми, нужно вшить в них утеплитель. Это самая важная часть зимней одежды, несмотря на то, что её никто не видит.

Очень часто родители, планируя купить теплую верхнюю одежду испытывают замешательство от того обилия утеплителя, который представлен на рынке сегодня. «Какой утеплитель предпочесть? Что лучше? Что теплее и практичнее?» Это неполный перечень тех вопросов, с которыми сталкиваемся мы с родителями. Чтобы правильно выбрать теплую одежду нужно иметь представление о том, какие материалы используются в ней в качестве утеплителя. Мы решили попытаться ответить на вопрос: «В куртке из какого утеплителя зимой будет теплее?».

- Цель: исследование теплопроводности различных видов утеплителей в условиях школьного физического кабинета.
- Задачи:
 1. Изучить теоретическую основу понятие теплопроводности;
 2. Экспериментально исследовать теплопроводность различных видов утеплителей;
 3. Обобщить результаты теоретических и экспериментальных исследований, сделать выводы.

В своей работе мы использовали следующие методы исследований: изучение научной литературы; моделирование; эксперимент; сравнительный анализ.

Выбрав четыре наиболее используемых вида утеплителей: ватин, синтепон, холлофайбер(синтепух) и гусиный пух (далее пух), мы сделали предположение, что наиболее низкой теплопроводностью будет обладать пух.

Глава 1. Теоретический материал

1.1 Теплопередача. Виды теплопередачи

Теплопередача — процесс изменения внутренней энергии тела (или системы тел), без совершения работы над телом или самим телом. Теплопередача всегда происходит в определённом направлении: от тела с более высокой температурой к телам с более низкой.

Теплопередача - может осуществляться тремя способами: теплопроводностью, конвекцией и излучением.

Теплопроводность - явление передачи внутренней энергии от одной части тела к другой или от одного тела к другому при их непосредственном контакте. Этот вид передачи внутренней энергии характерен как для твердых веществ, так и для жидкостей и газов. Теплопроводность у различных веществ различна. Металлы хорошо проводят тепло, т.е. имеют большую теплопроводность, у различных металлов теплопроводность различна. У жидкостей теплопроводность невелика, чем у твердых тел, а теплопроводность у газов ещё меньше, чем у жидкостей. Это связано с тем, что расстояние между молекулами газа ещё больше, чем у жидкостей и твёрдых тел. Самой низкой теплопроводностью обладает вакуум, объясняется это тем, что теплопроводность-это перенос энергии от одной части тела к другой, который происходит при взаимодействии молекул или других частиц. В пространстве, где нет частиц, теплопроводность осуществляться не может. [2]

Конвекция – это перенос энергии струями жидкости или газа. При конвекции происходит перенос вещества в пространстве. Объяснить явление конвекции можно тепловым расширением тел и законом Архимеда. Интенсивность конвекции зависит от разности температур слоев жидкости или газа и агрегатного состояния вещества. Конвекция в твёрдых телах происходить не может, так как частицы в твердых телах колеблются около определённой точки, удерживаемые сильным взаимным притяжением. В связи с этим при нагревании твёрдых тел в них не могут образовываться потоки вещества.

Излучение – это перенос энергии путем испускания электромагнитных волн. Это могут быть солнечные лучи, а также лучи, испускаемые нагретыми телами, находящимися вокруг нас. Когда излучение, распространяясь от тела-источника, достигает других тел, то часть его отражается, а часть ими поглощается. При поглощении энергия теплового излучения превращается во внутреннюю энергию тел, и они нагреваются. Все окружающие нас предметы излучают тепло в той или иной мере. Тепловое (инфракрасное) излучение не воспринимается глазом. При повышении температуры тела тепловое излучение увеличивается, т.е. чем выше температура тела, тем интенсивнее тепловое излучение. Теплопередача способом излучения возможна в любом веществе и в вакууме. Все тела излучают энергию и остывают. Тела способны не только излучать, но и поглощать тепловое излучение, при этом они нагреваются. Темные тела лучше поглощают излучение, чем светлые (или имеющие зеркальную, полированную поверхность), и лучше излучают.[1]

1.2. Классификация утеплителей

Что такое утеплитель, по сути? Утеплитель — это объем воздуха, содержащийся в утепляющем материале, способном максимально этот воздух удержать. Основное требование, которое должен выполнять утеплитель — обеспечить тепловую защиту человека при сохранении необходимого микроклимата пододежного пространства. Его главная функция - защита от холода, создание барьера, слоя между телом человека и окружающей средой. Утеплители бывают двух видов – натуральные и синтетические.

Натуральные утеплители

Гусиный пух. Легкий, долговечный, выдерживает сильные морозы, восстанавливает форму после сминаний. Пух водоплавающих птиц имеет природную смазку, она не дает влаге впитываться. Одежда на утином пуху самая дешевая и не предназначена для морозов. Одежда на пуху долго сохнет. Шерсть и мех очень часто используют в качестве подстежки для зимней одежды - прекрасный натуральный материал, известный высокими согревающими свойствами, а также легкостью ухода за ним. [3]

Ватин - вязаное полотно с односторонним или двусторонним начесом, выработанное с применением мягких толстых нитей; слой волокон, соединенных между собой определенным способом, например, трикотажно-прошивным. Используется для утепления одежды.[4]

Синтетические утеплители

Синтепон – является одним из самых распространенных синтетических утеплителей. Производится из полиэфирных волокон, скрепленных клеевым, иглопробивным или термическим способом. Преимущества синтепона заключаются в лёгкости, хороших теплозащитных свойствах и малом весе, а также в относительной безвредности для человека. Синтепон используют для всех видов утеплённой одежды (приложение 1). Недостатки: повышенная влагопроницаемость, воздухо непроницаемость, быстрая деформация и недолговечность.[3]

Холлофайбер – нетканое полотно, наполненное синтетическими волокнами в виде спиралек, шариков, пружинок и т. д. (приложение 1). Именно такая структура делает вещь тёплой, поскольку между волокнами сохраняется много воздуха. Легкий, теплый, влаго- и формоустойчивый, гипоаллергенный - является прекрасным материалом для производства утеплителей.[3]

1.3. Физика человека

Интересно, что человек при различных видах деятельности расходует различное количество энергии. Например, ходьба по ровной дороге (со скоростью 5 км/ч) отнимает 13,9-18,4 кДж в 1ч на 1 кг массы тела[6]. При таком виде деятельности изменениями потенциальной и кинетической энергии можно пренебречь и считать, что энергия расходуется на обогрев человека. Для того чтобы человек не замерзал, потери этой энергии необходимо сбалансировать. Иными словами, говоря потери тепловой энергии сквозь одежду должны быть равны затрачиваемой человеком энергии. Если потери энергии будут значительно выше затрат, человеку будет холодно, если ниже то жарко.

Глава 2. Исследование

2.1 Методика работы

Мы попытались смоделировать человека одетого в каждый из четырех образцов утеплителей. Исходя из среднемесячной температуры г. Нижний Новгород в январе -9°C и средней температуры поверхности тела человека 33[5], мы получаем разность этих температур 42°C . В условиях кабинета физики мы имеем температуру окружающей среды 20°C , поэтому для достижения разницы температур тела и окружающей среды не менее 42°C , мы использовали теплопроводящий сосуд с горячей водой, изолированный от поверхности стола пенопластом, цилиндрической формы. Боковую поверхность цилиндра мы оборачивали утеплителями. Верхнее основание цилиндра изолировали таким же пенопластом. В своей работе мы запланировали исследовать систему, состоящую из образца утеплителя и окружающей среды. Процесс передачи тепловой энергии от образца к окружающей среде происходит сквозь слой исследуемого утеплителя через боковую поверхность. Передачей энергии через дно и крышку сосуда пренебрегаем ввиду хороших теплоизоляционных качеств пенопласта. Этот процесс происходит только за счет теплопроводности исследуемого материала. А передача энергии от поверхности исследуемого материала может происходить, как за счет теплопроводности, так и за счет конвекции и излучения. Исходя из этого, нам необходимо при проведении эксперимента контролировать, как температуру остывающей воды в сосуде, так и температуру наружной поверхности исследуемого утеплителя. (Приложение 2)

2.2. Эксперимент по теме «Сравнение теплопроводности различных утеплителей одежды»

Для проведения эксперимента мы брали четыре различных образца утеплителей одинаковой площади ($0,0308 \text{ м}^2$) и массы (5г). Два образца листового утеплителя и два - объемного утеплителя. Каждая группа включает в себя один синтетический и один натуральный материал. Эти материалы и толщина одного слоя соответствующего утеплителя представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Вид утеплителя	натуральный	синтетический
листовой	Ватин(4мм)	Синтепон(6мм)
объемный	Пух(15мм)	Холлофайбер(15мм)

Для того, чтобы выяснить какой из четырех видов утеплителей (ватин, синтепон, холлофайбер (синтепух) или пух) обладает меньшей теплопроводностью мы провели эксперимент по наблюдению изменения температуры образца во времени в зависимости от применяемого утеплителя.

Цель: Исследовать и сравнить потери тепловой энергии при использовании различных образцов утеплителей одежды.

Приборы и материалы: измерительный цилиндр, металлическая банка с горячей водой, изолированная сверху и снизу слоем пенопласта (толщина пенопласта 1,5 см), образцы утеплителей (ватин, синтепон, пух и холлофайбер), термометр, пирометр, секундомер, линейка.

Ход работы: для выполнения эксперимента мы оборачивали сосуд с горячей водой образцами утеплителей равной площади и массы, листовые закреплял при помощи булавок, а объемные помещали в чехол из тонкой синтетической ткани, заполняя утеплителем пространство между сосудом и чехлом. Кроме этого этот же эксперимент был поставлен и при отсутствии утеплителя. (Приложение 3)

Каждый раз обернутый сосуд наполняли горячей водой одинаковой температуры массой 350г. Через равные промежутки времени (1 минута) измеряли температуру воды и температуру поверхности утеплителя. Для измерения температуры воды мы использовали термометр с ценой деления 1°C, а для измерения температуры поверхности воды мы использовали пирометр АКПП-9304 с допускаемой погрешностью 1°C(Приложение 3), записывая показания термометра и пирометра в таблицы. (Приложение 4)

2.3. Анализ результатов измерений

Для сравнительного анализа температуры остывания воды и нагревания поверхностей утеплителей мы построили графики (Приложение 5), из

которых видно, что характеристики остывания воды и нагрев поверхности являются величинами обратными. Для анализа передачи тепла сквозь массу утеплителя необходимо рассмотреть разность температур между наружной и внутренней его поверхностью: $\Delta T = T_{в} - T_{пов}$. По полученным разностям мы построили графики для каждого из утеплителей и для эксперимента без применения утеплителя. По этим графикам можно качественно оценить теплоизолирующие свойства утеплителя. Наилучшие результаты в ходе исследования для листовых утеплителей показал синтепон, а для объемных пух. (Приложение 5)

По формуле: $Q = mc\Delta T$, где m – масса воды [кг], c – удельная теплоемкость воды [Дж/кг⁰С], ΔT – разность температур воды в начале и в конце эксперимента [°С], мы найдем потери тепловой энергии исследуемой системой за 45 мин, учитывая площадь тела подростка (1,33 м²) [7] и площадь образца утеплителя (0,03083 м²) расход тепловой энергии человеком возрастет пропорционально. В таблице 2 представлены расчеты потерь энергии человеком.

Таблица 2.

Утеплитель	Потери энергии, кДж
Ватин	1523
Синтепон	1397
Холлофайбер (синтепух)	1333
Пух	1206

Учитывая, что при ходьбе по ровной дороге (со скоростью 5 км/ч) затрачивается 13,9-18,4 кДж в 1ч на 1 кг массы тела человека [6], мы рассчитали что энергетические затраты подростка массой 50 кг за 45 мин ходьбы составят 521-690кДж. Человек не будет мерзнуть, если потери энергии не будут превышать энергетические затраты организма. Из этих вычислений мы можем предположить, что для комфортного пребывания в зимнее время на улице нам необходимо одевать одежду, состоящую из нескольких слоев иссле-

двух утеплителей, а именно: ватин – не менее 3 слоев (12 мм), синтепон не менее 2,5 слоев (15 мм), холлофайбер – не менее 2,3 слоев (35мм), пух – 2 слоя (30мм). Учитывая одинаковую массу утеплителей, можно утверждать, что наиболее легкая куртка при равной теплопроводности будет из пуха или, выбирая из курток одинаковой массы, теплее будет в куртке из пуха.

Заключение

Наше исследование теплопроводности четырех видов, наиболее распространённых на рынке зимней одежды утеплителей позволяет нам сделать обоснованный выбор зимней. Необходимо делать выбор того или иного утеплителя с точки зрения его теплопроводности.

Исходя из анализа разности температур, мы можем сказать, что из объёмных утеплителей наилучшими теплоизолирующими свойствами обладает гусиный пух, а из листовых утеплителей – синтепон. Что подтверждает наше предположение.

Опираясь на анализ затрат тепловой энергии человеком и потерь тепловой энергии сквозь утеплитель мы составили список рекомендаций при выборе одежды.

Одежда, подчеркивающая силуэт фигуры человека производится на основе листовых утеплителей ватина и синтепона. Толщина слоя этой одежды должна быть не ниже 12 мм для ватина, и - 15 для синтепона. При этом необходимо учесть, что масса одежды из ватина будет значительно выше. При выборе одежды из объёмных наполнителей стоит предпочесть куртки и пальто из гусиного пуха, они будут менее громоздкими и более легкими в сравнении с аналогичными изделиями из холлофайбера. Пух с точки зрения практичности и цены, менее предпочитаем нашими родителями, поэтому при покупке куртки из синтепуха нужно учесть, что его толщина должна быть не менее 35 мм.

В дальнейшем наша работа может быть продолжена по этой теме, поскольку появляется все больше новых видов утеплителей. Интересно было бы выяснить, производит ли наша промышленность утеплитель для зимней одежды, превосходящий по своим теплоизоляционным свойствам гусиный пух? Следующий этап этого исследования это вычисления коэффициента теплопроводности.

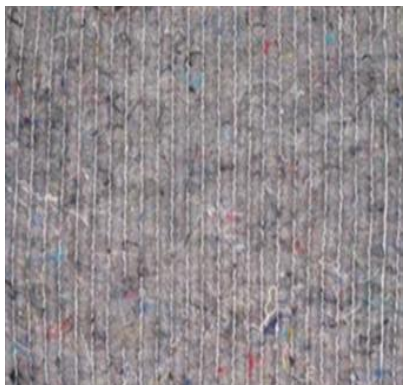
Список использованной литературы

1. Кириллова И. Г. Книга для чтения по физике: Учеб. пособие для учащихся 6—7 кл. сред. шк. /Сост. И. Г. Кириллова.— 2-е изд., пере-раб.— М.: Просвещение, 1986
2. Перышкин А. В. Физика. 8 кл. : учебник./ А. В. Перышкин. -2-е изд., стереотип. –М. Дрофа, 2014.

Интернет ресурсы

3. http://www.samoshvejka.ru/news/uteplitel_dlja_zimnej_odezhdy/2012-10-16-116 дата посещения 11.11. 2016
4. <http://fashion.academic.ru/382/%D0%92%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD> дата посещения 11.11. 2016
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D0%B6%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4#.D0.9A.D0.BB.D0.B8.D0.BC.D0.B0.D1.82 дата посещения 21.11. 2016
6. <http://kilomol.ru/chelovek.html> дата посещения 21.11. 2016
7. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%BE%D1%89%D0%B0%D0%B4%D1%8C_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B0 дата посещения 21.11. 2016

Приложение 1. Виды утеплителей.



Ватин



Пух

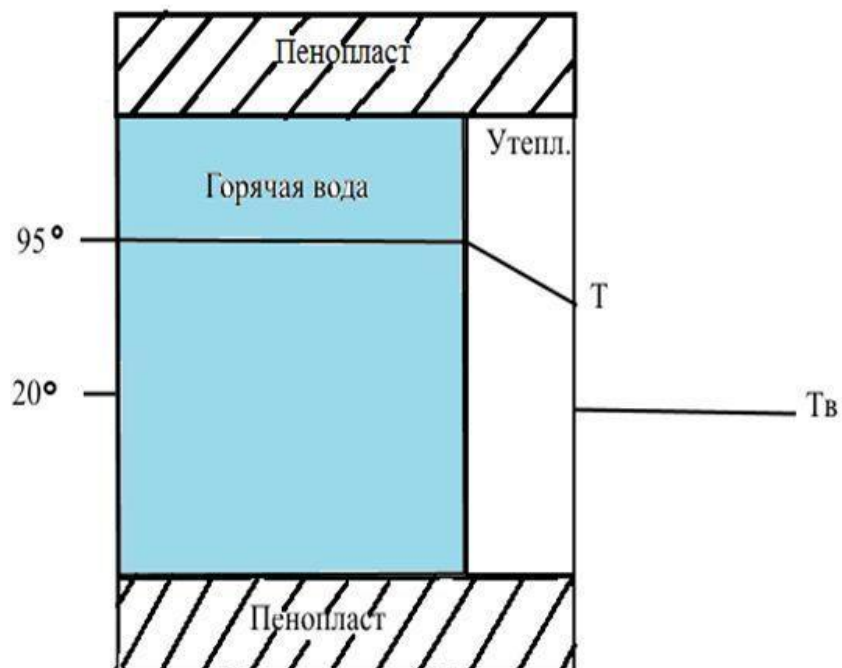


Холлофайбер



Синтепон

Приложение 2. Модель эксперимента

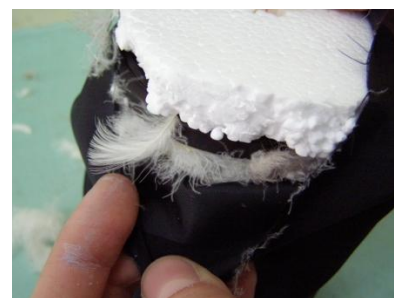


Приложение 3. Ход эксперимента.

Измерение температур воды и поверхности сосуда без утеплителя.



Измерение массы и площади утеплителей.



Измерение температур воды поверхности утеплителя.



Приложение 4. Результаты измерений.

t, МИН	Тобр(t)					Тпов(t)					ΔT(t)				
	Т°С, вода	Т°С, ватин	Т°С, синт	Т°С, синт пух	Т°С, пух	Т°С, вода	Т°С, ватин	Т°С, синт	Т°С, синт пух	Т°С, пух	Т°С, вода	Т°С, ватин	Т°С, синт	Т°С, синт пух	Т°С, пух
0	95	95	95	95	95	86	53	50	36	29	9	42	45	59	66
1	93	94	94	94	95	86	55	51	37	32	7	39	43	57	63
2	91	93	93	94	94	85	56	51	39	36	6	37	42	55	58
3	90	92	93	93	93	84	56	51	38	36	6	36	42	55	57
4	88	91	92	92	93	83	58	50	38	36	5	33	42	54	57
5	87	91	92	92	93	82	59	50	38	35	5	32	42	54	58
6	86	90	91	90	92	80	58	50	38	35	6	32	41	52	57
7	85	90	91	91	91	80	58	49	38	35	5	32	42	53	56
8	83	89	90	90	90	78	58	48	38	34	5	31	42	52	56
9	82	89	89	89	90	75	57	49	37	34	7	32	40	52	56
10	81	88	89	89	89	74	56	48	37	33	7	32	41	52	56
11	80	87	88	88	88	74	56	48	37	33	6	31	40	51	55
12	79	87	88	88	88	74	55	48	37	32	5	32	40	51	56
13	78	86	87	87	88	73	55	48	37	32	5	31	39	50	56
14	77	86	87	87	87	71	53	47	37	32	6	33	40	50	55
15	76	85	86	86	87	70	53	47	36	33	6	32	39	50	54
16	75	84	86	85	86	70	53	47	36	33	5	31	39	49	53
17	74	83	85	85	86	70	51	47	36	32	4	32	38	49	54
18	73	83	84	85	85	69	50	47	36	32	4	33	37	49	53
19	72	82	84	84	85	69	49	46	36	32	3	33	38	48	53
20	71	81	84	84	84	68	48	47	36	32	3	33	37	48	52
21	71	81	83	83	84	67	50	47	36	31	4	31	36	47	53
22	70	80	83	83	83	67	49	47	35	31	3	31	36	48	52
23	69	80	83	82	83	66	49	46	35	31	3	31	37	47	52
24	69	79	82	81	83	64	49	46	35	31	5	30	36	46	52
25	68	79	82	81	83	63	50	46	35	31	5	29	36	46	52
26	67	79	81	80	82	63	49	46	35	30	4	30	35	45	52
27	67	78	81	80	82	63	49	46	35	30	4	29	35	45	52
28	66	78	81	80	81	62	49	45	35	30	4	29	36	45	51
29	65	77	80	79	81	62	48	45	35	30	3	29	35	44	51
30	65	76	79	79	80	61	48	45	34	30	4	28	34	45	50
31	64	76	79	79	80	61	48	44	34	30	3	28	35	45	50
32	63	75	79	78	80	60	48	44	34	30	3	27	35	44	50
33	63	75	78	78	79	59	48	44	33	30	4	27	34	45	49
34	62	74	78	78	79	59	48	44	33	30	3	26	34	45	49
35	61	74	78	77	79	58	48	43	33	30	3	26	35	44	49
36	61	74	77	77	79	57	47	43	33	30	4	27	34	44	49
37	60	74	77	76	78	57	46	43	33	30	3	28	34	43	48
38	60	73	76	76	78	57	46	43	33	29	3	27	33	43	49
39	59	72	76	76	77	57	46	43	33	29	2	26	33	43	48
40	58	72	76	76	77	56	46	43	32	29	2	26	33	44	48
41	58	72	75	75	77	56	46	42	32	30	2	26	33	43	47
42	57	72	76	76	77	55	46	42	32	29	2	26	34	44	48
43	57	72	76	76	76	55	46	42	32	30	2	26	34	44	46
44	56	72	75	75	76	55	45	42	32	30	1	27	33	43	46

Приложение 5. Анализ измерений.

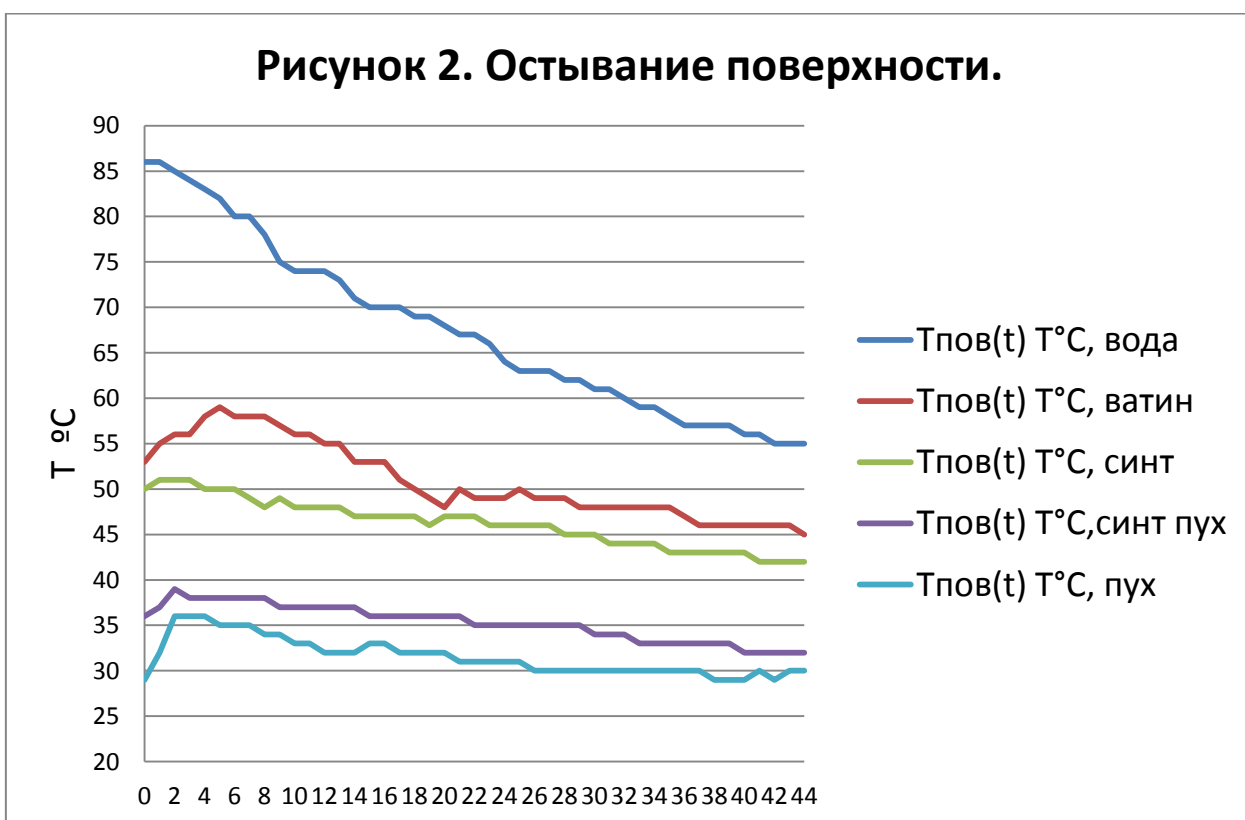
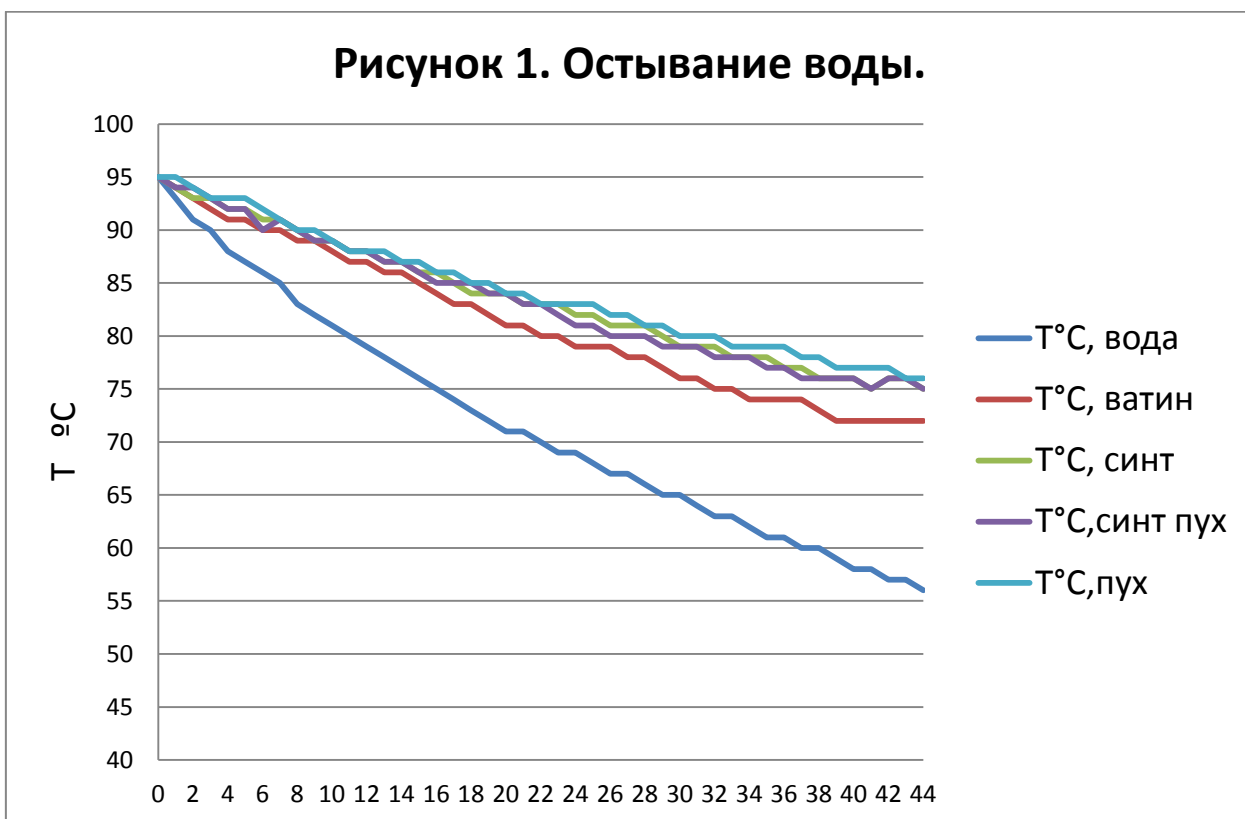


Рисунок 3. Разность температур

