Энгельсский технологический институт

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств»

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Методические указания
к практической работе
по курсу «Безопасность жизнедеятельности»
для студентов направлений

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
09.03.04 «Программная инженерия»
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
18.03.01 «Химическая технология»
23.03.01 «Нефтегазовое дело»
29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности»

очной и заочной формы обучения

Электронное издание локального распространения

Энгельс 2024 г.

Цель работы: рассчитать показатели микроклимата в рабочей зоне, сравнить с нормативными значениями и если микроклимат в рабочей зоне не соответствует норме определить методы защиты от неблагоприятного воздействия микроклиматических условий.

Нормативная база

1. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»;
2. ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
3. СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда».

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма, которые устанавливаются Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Требования в СанПиН к показателям микроклимата рабочих мест установлены с учетом общих энерготрат (таблица 1) работающих продолжительности выполнения работы, периодов года.

Таблица 1– Категории по физической тяжести работы

Легкие физические работы	
Iа	при которой энергозатраты составляют 120 ккал/ч, относятся работы, проводимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим усилием
Iб	при которой энергозатраты составляют 150ккал/ч. относятся работы, проводимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим усилием.
Средней тяжести	
IIа	при которой энергозатраты составляют до 200ккал/ч, относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких предметов (до 1 кг) в положении стоя или сидя и требующие определенных физических усилий.
IIб	при которой энергозатраты составляют до 250ккал/ч. относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением и перенесением тяжестей массой до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим усилием.
Тяжелые физические работы	
III	характеризуются расходом энергии более более 250 ккал/ч. Относятся работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переносом тяжестей свыше 10 кг и требующие больших физических усилий.

Измерить комфортность (тепловое ощущение) человека какими-либо физическими величинами невозможно, поэтому необходима величина, которая определяла бы тепловое ощущение человека и в то же время являлась функцией величин, характеризующих состояние среды (t, φ, ν) – степень комфорта, которую можно оценить по соотношению Д.Ван-Зейлейна:

$$K=7{,}83-0{,}1\cdot T_в-0{,}0968\cdot T_{ст}-2{,}8\cdot 10^{-4}\cdot P_п-0{,}0367\cdot\sqrt{\upsilon}\cdot(37{,}8-T_в) \quad (1),$$

где К- степень комфорта или показатель самочувствия; $T_в$ – температура воздуха в цехе, ^oC $T_{ст}$ –средняя температура нагретых поверхностей, определяющая лучистый теплообмен, ^oC, определяется как $T_{ст} = T_в – 1\ ^oC$; $P_п$ – парциальное давление водяных паров, Па; υ - скорость движения воздуха.

парциальное давление водяных паров рассчитывают по формуле:

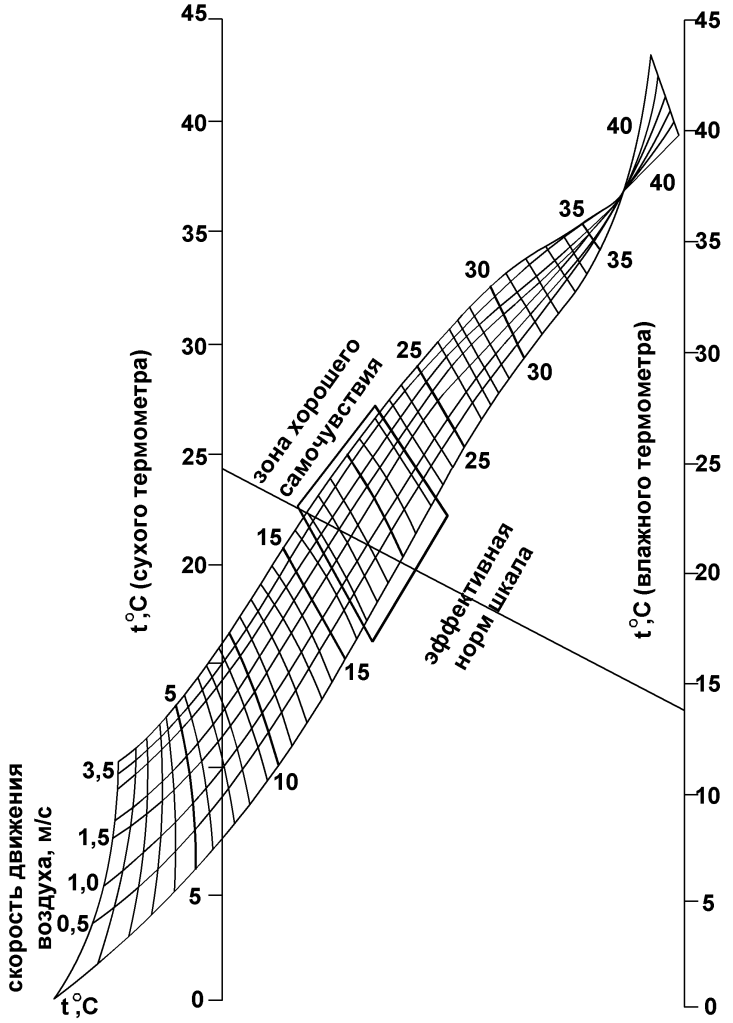
$P_п = \omega \cdot P_{нас}$, где ω - относительная влажность воздуха, %; $P_{нас}$ - давление насыщенных паров, кПа, при Тв – температура воздуха в цехе, °С, по справочным данным таблица 2.

Таблица 2 –Давление насыщенных водяных паров при разных температурах

Тв, °С,	$P_{нас}$, кПа	Тв, °С,	$P_{нас}$, кПа
15	1,7	23	2,81
16	1,8	24	2,99
17	1,94	25	3,17
18	2,06	26	3,35
19	2,19	27	3,53
20	2,34	28	3,71
21	2,48	29	3,89
22	2,64	30	4,07

Показатель комфорта имеет следующие значения: 1-очень жарко;2-слишком тепло; 3-приятное тепло; 4-комфортно; 5-прохладно; 6-холодно; 7-очень холодно.

Микроклимат помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется сочетанием следующих параметров: температуры t (^{0}C), относительной влажности φ (%), скорости движения воздуха υ (м/с), температуры окружающих поверхностей (интенсивности теплового излучения) и барометрическое давление. Влажность воздуха определяется при помощи прибора психрометра, принцип его работы, основан на разности показаний сухого и влажного термометров в зависимости от влажности окружающего воздуха. Аспирационный психрометр состоит из двух одинаковых ртутных термометров 1 (рис. 1), резервуары которых помещены в трубки защиты 2. Эти трубки соединены с воздухопроводными трубками 3, на верхнем конце которых укреплён аспирационный блок с крыльчаткой 5, заводимый ключом 4.



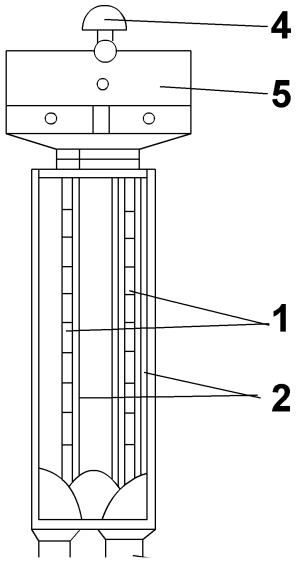


Рисунок – 1. Аспирационный психрометр

Рисунок – 2. Номограмма определения параметров микроклимата (ЭТ, ЭЭТ)

Относительная влажность воздуха определяется по следующей формуле:

$$\varphi = (W / F_{сух}) * 100 \qquad (2),$$

где φ – относительная влажность , %; $F_{сух}$ – значение максимальной влажности при температуре сухого термометра $T_{сух}$ (берётся из табл 3).

Таблица 3 – Максимальная влажность в зависимости от температуры воздуха, г/м^3

Целые градусы	Десятые доли градусов									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	8,04	8,10	3,16	8,21	8,27	8,32	8,38	8,44	8,49	8,55
9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,84	8,90	8,96	9,02	9,09	9,15
10	9,21	9,27	9,33	9,40	9,46	9,52	9,58	9,65	9,71	9,78
11	9,84	9,91	9,98	10,04	10,11	10,18	10,24	10,31	10,38	10,45
12	10,52	10,59	10,65	10,73	10,80	10,87	10,94	11,01	11,08	11,16
13	11,23	11,30	11,38	11,45	11,53	11,60	11,68	11,76	11,83	11,91
14	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62	12,71
15	12,70	12,87	12,95	13,04	13,12	13,20	13,29	13,38	13,46	13,55
16	13,65	13,72	13,81	13,90	13,99	14,08	14,17	14,26	14,35	14,44
17	14,53	14,62	14,72	14,81	14,90	15,00	15,09	15,19	15,28	15,38
18	15,48	15,58	15,67	15,77	15,87	15,97	16,07	16,17	16,27	16,37
19	16,48	16,58	16,67	16,79	16,89	17,00	16,10	17,21	17,32	17,43
20	17,54	17,64	17,75	17,86	17,97	18,00	18,20	18,31	18,42	18,54
21	18,65	18,76	18,88	19,00	19,11	19,23	19,35	19,47	19,59	19,71
22	19,85	19,95	20,07	20,19	20,32	20,44	20,56	20,69	20,82	20,94
23	21,07	21,20	21,32	21,45	21,58	21,71	21,84	21,93	22,11	22,24
24	22,38	22,51	22,65	22,78	22,92	23,06	23,29	23,34	23,48	23,62
25	23,76	23,90	24,04	24,18	24,33	24,47	24,62	24,76	24,91	25,06
26	25,21	25,36	25,51	25,66	25,81	25,96	26,12	26,27	26,43	26,58
27	26,74	26,90	27,07	27,21	27,37	27,54	27,70	27,86	28,02	28,18
28	28,35	28,51	28,68	28,85	29,02	29,18	29,35	29,52	29,70	29,87
29	30,04	30,22	30,39	30,57	30,74	30,92	31,10	31,28	31,46	31,64
30	31,82	32,01	32,19	32,38	32,56	32,75	32,93	33,12	33,31	33,50
31	33,70	33,89	34,08	34,28	34,47	34,67	34,86	35,06	35,26	33,46
32	35,66	35,86	36,07	36,27	36,48	36,68	36,89	37,10	37,31	37,52
33	37,73	37,94	38,16	38,37	38,58	38,80	39,02	39,24	39,46	39,668
34	39,90	40,12	40,34	40,57	40,80	41,02	41,25	41,48	41,71	41,94

Величина абсолютной влажности определяется по формуле:

$$W = F_{вл} - 0,5\ (T_{сух} - T_{вл}) *(P/755) \qquad (3),$$

где $F_{вл}$ - максимальная влажность при температуре влажного термометра $T_{вл}$ (таблица 3); $T_{сух}$; $T_{вл}$ – температуры, показанные соответственно сухим и влажным термометрами, ^{0}С; Р – барометрическое давление, мм рт. ст.

Для оценки субъективных ощущений человека введены условные единицы измерения в виде так называемых температур: эффективной и эффективно-эквивалентной (определяются по номограмме рисунок 2).

Под <u>эффективной</u> температурой (ЭТ) понимают температуру насыщенного неподвижного воздуха, обладающего такой же охлаждающей способностью, как воздух с заданными значениями температуры и влажности. Другими словами, эффективная температура – температура, ощущаемая человеком при определённой относительной влажности и отсутствии движения воздуха в помещении.

<u>Эффективно-эквивалентной</u> температурной (ЭЭТ) называется температура, ощущаемая человеком при относительной влажности и движении воздуха.

В соответствии с СанПиН 2.2.4.3359-16 устанавливаются оптимальные и допустимые микроклиматические условия в зависимости от категории выполняемой работы и времени года, а также интенсивность теплового излучения.

Оптимальные микроклиматические условия – сочетание параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения реакций терморегуляции. Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают наиболее благоприятные условия для высокой работоспособности. Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону.

Допустимые микроклиматические условия – сочетание параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать приходящее и быстро нормализующееся изменение функционального и теплового состояния и напряжение реакций терморегуляции, не выходящие за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться ощущения теплового дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности.

Допустимые показатели устанавливают раздельно для постоянных и непостоянных рабочих мест.

Под временем года подразумевают два периода: холодный (среднесуточная температура воздуха менее +10°С) и тёплый (соответствующее значение более +10^{0}С).

Таблица 4– Оптимальные и допустимые величины показатели микроклимата на рабочих местах

Период года	Категории работ	Температура, °С		Температура поверхностей, 0С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная, не более	Допустимая, не более
холодный	Iа	22-24	20-25	21-25	19-26	40-60	15-75	0,1	0,1
	I6	21-23	19-24	20-24	18-25	40-60	15-75	0,1	0,1-0,2
	IIа	18-20	17-23	16-20	14-23	40-60	15-75	0,2	0,1-0,3
	II б	17-19	15-21	18-22	15-28	40-60	15-75	0,2	0,2-0,4
	III	16-18	13-21	15-19	12-22	40-60	15-75	0,3	0,2-0,4
теплый	Iа	23-25	21-28	22-26	20-29	40-60	15-75	0,1	0,1-0,2
	I6	22-24	20-28	21-25	19-29	40-60	15-75	0,1	0,1-,3
	IIа	21-23	18-23	19-23	17-28	40-60	15-75	0,2	0,2-0,4
	II б	20-22	16-27	18-22	15-28	40-60	15-75	0,2	0,2-0,5
	III	18-20	15-26	17-21	14-27	40-60	15-75	0,3	0,2-0,5

Методы снижения неблагоприятного влияния производственного микроклимата регламентируются «санитарными правилами по организации технологических процессов и гигиеническими требованиями к производственному оборудованию» и осуществляются комплексом:

- инженерно-технологических,
- санитарно-технических,
- организационных,
- медико-профилактических,
- архитектурно-планировочных мероприятий.

Ведущая роль в профилактике вредного влияния высоких температур принадлежит инженерно-технологическим мероприятиям: герметизация оборудования, максимальная механизация и автоматизация технологических процессов с выводом работающих из «горячих зон», оптимальное размещение оборудования и рабочих мест, автоматический контроль и сигнализация). К группе санитарно-технических мероприятий относится применение коллективных средств защиты (средств, используемых для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и опасных производственных факторов): локализация тепловыделений теплоизоляция горячих поверхностей экранирование источников либо рабочих мест, воздушное душирование, общеобменная вентиляция, кондиционирование воздуха. Организационные мероприятия по снижению неблагоприятного действия производственного микроклимата включают в себя обеспечение работников средствами индивидуальной защиты и обучение правильному пользованию этими средствами, регламентация времени работы (перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы и т. д.). Медико-профилактические мероприятия (предварительный и периодический медицинские осмотры рабочих и служащих) служат для предупреждения несчастных случаев и аварий, которые могли бы произойти вследствие наличия у человека различных скрытых заболеваний или нарушений психофизиологических функций организма.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.

1. Получить вариант задания о преподавателя.
2. Ознакомиться с формулами расчета паромеров микроклимата.
3. Рассчитать относительную влажность воздуха на рабочем месте по формуле 2, используя значения абсолютной влажности, которая рассчитывается по формуле 3.
4. Определить показатель комфорта по следующим значениям: 1-очень жарко;2-слишком тепло; 3-приятное тепло; 4-комфортно; 5-прохладно; 6-холодно; 7-очень холодно, который рассчитывается по формуле 1.
5. Определить эффективную температуру и эффективно-эквивалентную температуру по номограмме - рисунок 2, зная температуру по сухого и влажного термометры, измеренные психрометром (рисунок1), установить входит микроклимат в зону хорошего самочувствия
6. Полученные результаты параметров микроклимата рабочего места сравнить с нормативными значениями по оптимальным и допустимым величинам по таблице 4. Разработать комплекс мер по созданию благоприятных микроклиматических условий на рабочем месте
7. Сделать вывод.

Вопросы для самопроверки

1. Какими основными параметрами характеризуется микроклимат рабочей зоны?

2. Какое воздействие на человека оказывает неблагоприятный микроклимат?
3. Что такое рабочая зона?
4. Какой прибор определяет микроклимат, и по какому принципу он работает?
5. Как нормируется микроклимат в рабочей зоне и от каких факторов зависит?
6. Что означают понятия «оптимальные и допустимые микроклиматические условия»?
7. Какие меры защиты используются для создания благоприятных условий жизнедеятельности?

ЛИТЕРАТУРА

1. Обязательные издания

1. Борисова, Н. В. Безопасность жизнедеятельности. Лабораторный практикум / Н. В. Борисова, Е. В. Бычкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 168 с. — ISBN 978-5-507-46610-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/351905. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рысин, Ю. С. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / Ю. С. Рысин, С. Л. Яблочников. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 132 с. — ISBN 978-5-4497-0440-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/124636.html. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

3. Безопасность жизнедеятельности : учебник / под редакцией Э. А. Арустамова. — 21-е изд. — Москва : Дашков и К, 2018. — 446 с. — ISBN 978-5-394-02972-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/105582. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Л.А. Муравей [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 431 с. – Режим доступа: http:// www.iprbookshop.ru/7017. – ЭБС «IPRbooks»

2. Дополнительные издания

1. Еременко В.Д. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Еременко В.Д., Остапенко В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский государственный университет правосудия, 2016.— 368 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/49600.html.— ЭБС «IPRbooks».

2. Безопасность жизнедеятельности в химической промышленности : учебник / Н.И. Акинин, Л.К. Маринина, А.Я. Васин [и др.] ; под общей редакцией Н.И. Акинина. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-3891-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/116363

3. Екимова И.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Екимова И.А. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. – 192 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/13876.— ЭБС «IPRbooks»

3. Бурашников, Ю.М. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда на предприятиях пищевых производств : учебник / Ю.М. Бурашников, А.С. Максимов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-2497-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/93587

4. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Л.А. Муравей [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 431 с. – Режим доступа: http:// www.iprbookshop.ru/7017. – ЭБС «IPRbooks».

5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». - М.: Стандартинформ, 2022. – 412 с.

3. Периодические издания

6. Журнал «Безопасность труда в промышленности» https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8430
7. Журнал «Охрана и экономика труда» https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32420
8. Журнал «Экология промышленного производства» https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=9263

4.Интернет-ресурсы

9.http://www.tehdoc.ru; http://www.safety.ru – нормативная документация по охране труда;
10.http://www.mintrans.ru –официальный сайт министерства транспорта РФ;
11.http://www.minzdravsoc.ru – официальный сайт Минздравсоцразвития;
12.http://www.mchs.ru/ -официальный сайт МЧС;
13.http://www.gks.ru/ -официальный сайт федеральной службы государственной статистики;
14.http://www.novtex.ru –научно-практический и учебно-методический журнал БЖД;
15.http://www.sci.aha.ru –web атлас по БЖД.

5. Источники ИОС

16. Безопасность жизнедеятельности
http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1

Таблица 3 – ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариант	Категория тяжести работы	Время года	Температура сухого термометра, $T_в$, °С	Температура влажного термометра, $T_{вл}$, °С	Барометрическое давление, мм.рт.ст.	Скорость движения воздуха υ, м/с
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
01	Iа	теплый	28	23	750	0,11
02	I6	холодный	19	14	751	0,12
03	IIа	теплый	25	20	752	0,23
04	II б	холодный	19	16	753	0,2
05	III	теплый	24	21	754	0,7
6	Iа	холодный	20	16	755	0,21
07	I6	теплый	29	25	756	0,25
08	IIа	холодный	17	14	749	0,31
09	II б	теплый	23	19	748	0,4
10	III	холодный	15	12	747	0,2
11	Iа	теплый	26	21	750	0,19
12	I6	холодный	18	15	751	0,18

13	IIа	теплый	23	17	752	0,17
14	II б	холодный	20	15	753	0,26
15	III	теплый	22	18	754	0,25
16	Iа	холодный	22	15	755	0,7
17	Iб	теплый	30	25	756	0,24
18	IIа	холодный	18	14	749	0,23
19	II б	теплый	25	20	748	0,32
20	III	холодный	16	12	747	0,41
21	Iа	теплый	27	21	750	0,2
22	Iб	холодный	21	16	751	0,189
23	IIа	теплый	24	19	752	0,37
24	II б	холодный	19	14	753	0,26
25	III	теплый	22	18	754	0,35
26	Iа	холодный	20	15	755	0,24
27	Iб	теплый	24	19	756	0,22
28	IIа	холодный	18	14	749	0,21
29	II б	теплый	23	18	748	0,33
30	III	холодный	15	13	747	0,54