

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Тест-С-Петербург»


Р. В. Павлов

05 2025 г.



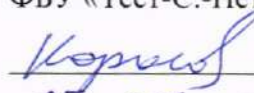
«ГСИ. Люксометры ТКА-Люкс/М. Методика поверки»

МП 436-214-2025

Разработчик:

Инженер по метрологии 1 категории
отдела № 436

ФБУ «Тест-С.-Петербург»


А. Е. Карасов

«03» 05 2025 г.

г. Санкт-Петербург
2025 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее по тексту – МП) распространяется на люксометры ТКА-Люкс/М (далее по тексту – люксометры) и устанавливает процедуру первичной и периодической поверок.

1.2 Поверка люксометров должна производиться в соответствии с требованиями настоящей МП.

1.3 При определении метрологических характеристик обеспечивается прослеживаемость люксометров к ГЭТ 5-2024 «Государственный первичный эталон единиц силы света и светового потока непрерывного излучения» согласно приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.10.2024 № 2518.

1.4 Для обеспечения реализации МП при определении метрологических характеристик люксометров применяется метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки люксометров должны выполняться операции согласно таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение относительной погрешности градуировки	Да	Да	10.1
Определение относительной погрешности нелинейности чувствительности люксометра	Да	Да	10.2
Определение относительной погрешности, вызванной отклонением относительной спектральной чувствительности от спектральной световой эффективности	Да	Нет	10.3
Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента пульсации освещенности	Да	Да	10.4
Определение основной относительной погрешности измерений освещенности	Да	Да	10.5

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица из числа специалистов, допущенных к поверке, работающих в организации, аккредитованной на право поверки средств измерений в соответствующей области, и ознакомившихся с руководством по эксплуатации (далее по тексту – РЭ) на поверяемые люксметры и средства поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 2.

5.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений должны быть поверены.

Таблица 1 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 1,0$ °С. Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 3,0$ %	Прибор комбинированный «ТКА-ПКМ»(20), рег. № 24248-09
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталоны единицы силы света или освещенности непрерывного и импульсного излучения, соответствующие требованиям к эталонам не ниже рабочих эталонов по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 октября 2024 г. № 2518, с номинальными значениями силы света, находящимися в диапазоне от 1 до $5 \cdot 10^4$ кд, или воспроизводящие освещенность в диапазоне от 1 до $5 \cdot 10^4$ лк, с пределами допускаемой относительной погрешности не более $\pm 4,0$ %; диапазон измерений коэффициента пульсаций от 1 % до 100 % с пределами допускаемой относительной погрешности не более $\pm 3,0$ %	Установка автоматизированная для поверки люксметров, яркомеров, пульсметров и радиометров УЛР-1А, рег. № 55961-13. Лампы накаливания светометрические электрические СИС 40-100, рег. № 8367-81. Радиометр многоканальный «Аргус», рег. № 15560-07
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

– общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

- указания по технике безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на средства поверки;
- указания по технике безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на люкметры.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре люкметров устанавливают:

- соответствие внешнего вида люкметра сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие на поверхности люкметра механических повреждений, следов коррозии и других видимых повреждений, влияющих на эксплуатационные свойства;
- все кнопки и разъёмы подключений должны быть исправны и хорошо закреплены;
- чёткость обозначений и маркировки;
- соблюдение требований по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства согласно описанию типа средств измерений.

7.2 В случае, если при внешнем осмотре люкметров выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты измерений, поверка может быть продолжена только после устранения этих повреждений или дефектов.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Если до проведения поверки люкметры находились в климатических условиях, отличных от описанных в п. 3.1 настоящей МП, то перед началом поверки они должны быть выдержаны в условиях по п. 3.1 настоящей МП не менее 2 ч, а после воздействия повышенной влажности – не менее 4 ч.

8.2 Перед проведением периодической поверки должны быть выполнены регламентные работы, предусмотренные РЭ на люкметры.

8.3 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра. Условия поверки должны соответствовать требованиям п. 3.1 настоящей МП.

8.4 Опробование:

- убедиться, что при включенном люкметре на дисплее отображается значение освещенности. При изменении освещенности на фотометрической головке люкметра показание на дисплее должно изменяться;
- проверяют работоспособность клавиш и цифрового дисплея.

8.5 Результаты опробования считают положительными, если люкметр выходит в режим измерений без сообщений об ошибках. Люкметры, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее по тексту – ПО) люкметров. Версия ПО отображается на первом экране в течение 2 с при включении люкметра.

9.2 Люкметр допускается к дальнейшей поверке, если идентификационные данные встроенного ПО соответствуют указанным в описании типа значениям.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение относительной погрешности градуировки

10.1.1 Определение погрешности градуировки люкметра осуществляют с помощью комплекса из группы эталонных фотометров (люкметров в ранге рабочего эталона либо

фотометрических головок, либо установки для поверки люксметров) и источника света в качестве компаратора – светоизмерительной лампы с цветовой температурой (2860 ± 25) К или с помощью группы эталонных светоизмерительных ламп типа СИС.

10.1.2 Определение погрешности градуировки люксметра с помощью группы эталонных фотометров и светоизмерительной лампы в качестве компаратора.

10.1.2.1 Поверяемый люксметр размещают на таком расстоянии от светоизмерительной лампы на фотометрической скамье, чтобы показание люксметра $E_{изм}$ составило от 200 до 300 лк, фиксируют положение входного окна фотометрической головки (фотометрической плоскости).

10.1.2.2 Устанавливают вместо поверяемого люксметра эталонный фотометр и определяют освещенность $E_{эт}$ в фотометрической плоскости. Если в качестве эталонного фотометра используются фотометрические головки, освещенность определяют по формуле

$$E_{эт} = \frac{I}{S}, \quad (1)$$

где I – реакция фотометрической головки (ток), А;

S – коэффициент преобразования, А/лк.

10.1.2.3 Измерения по п. 10.1.2.2 настоящей МП проводят для трех эталонных фотометров и находят среднюю освещенность $E_{ср}$ по формуле

$$E_{ср} = \frac{E_{эт_1} + E_{эт_2} + E_{эт_3}}{3}, \quad (2)$$

где $E_{эт_1}$, $E_{эт_2}$ и $E_{эт_3}$ – освещенности, определенные с помощью первого, второго и третьего фотометров.

10.1.2.4 Определяют погрешность градуировки по формуле

$$\Theta_{гр} = \left| \frac{E_{изм} - E_{ср}}{E_{ср}} \right| \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где $E_{изм}$ – показание поверяемого люксметра, лк;

$E_{ср}$ – средняя освещенность по эталонным фотометрам, лк.

10.1.3 Определение погрешности градуировки люксметра с помощью группы эталонных светоизмерительных ламп.

10.1.3.1 Устанавливают светоизмерительную лампу и поверяемый люксметр на таком расстоянии L , чтобы заданная освещенность $E_{эт}$ в плоскости фотометрирования составила от 200 до 300 лк, и фиксируют показания люксметра $E_{изм}$. Расстояние при этом определяется по формуле

$$L = \sqrt{\frac{I}{E_{эт}}}, \quad (4)$$

где I – сила света эталонной светоизмерительной лампы, кд;

$E_{эт}$ – заданная освещенность, лк.

10.1.3.2 Измерение по п. 10.1.3.1 настоящей МП проводят для трёх ламп при одном и том же значении заданной освещенности $E_{эт}$ и находят $E_{ср}$ по формуле

$$E_{ср} = \frac{E_{изм_1} + E_{изм_2} + E_{изм_3}}{3}, \quad (5)$$

где $E_{изм_1}$, $E_{изм_2}$ и $E_{изм_3}$ – показания поверяемого люксметра при первом, втором и третьем измерениях.

10.1.3.3 Определяют погрешность градуировки по формуле

$$\Theta_{гр} = \left| \frac{E_{ср} - E_{эт}}{E_{эт}} \right| \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где $E_{ср}$ – среднее показание поверяемого люксметра, лк;

$E_{эт}$ – заданная освещенность, лк.

10.1.4 Результат операции поверки считается положительным, если погрешность градуировки люксметра не превышает $\pm 3\%$.

10.2 Определение относительной погрешности нелинейности чувствительности люксметра

10.2.1 Определение нелинейности чувствительности люксметра проводят путём определения отклонения отдельных участков от линейных двумя методами:

- методом ослабления светового потока;
- методом сложения интенсивностей.

10.2.2 Метод ослабления светового потока.

10.2.2.1 При первом методе устанавливают люксметр на фотометрической скамье так, чтобы освещенность в плоскости фотометрического окна по показанию люксметра была $(2 \pm 0,2)$ лк. Фиксируют показания люксметра E_1 .

10.2.2.2 В световой поток вводят нейтральный ослабитель с коэффициентом пропускания τ_A и фиксируют показания E_2 , лк.

10.2.2.3 Относительную погрешность линейности световой характеристики определяют по формуле

$$\Theta_n = \left| 1 - \frac{E_2/E_1}{\tau_A} \right| \cdot 100\% , \quad (7)$$

10.2.2.4 Измерения по пп. 10.2.2.1–10.2.2.3 настоящей МП повторяют при освещенностях (20 ± 2) , (200 ± 20) , (2000 ± 200) , (20000 ± 2000) лк.

10.2.3 Метод сложения интенсивностей.

10.2.3.1 При втором методе устанавливают люксметр на фотометрической скамье с двумя источниками света так, чтобы освещенность в плоскости фотометрического окна по показанию люксметра была $(2 \pm 0,2)$ лк. Фиксируют показания люксметра E_{i+j} , лк.

10.2.3.2 Поочередно блокируют световой поток от источников света и фиксируют показания люксметра E_i и E_j , лк. При этом E_i должно быть в два-три раза меньше E_{i+j} .

10.2.3.3 Относительную погрешность линейности световой характеристики определяют по формуле

$$\Theta_n = \left| 1 - \frac{E_i + E_j}{E_{i+j}} \right| \cdot 100\% , \quad (8)$$

10.2.3.4 Измерения по пп. 10.2.3.1–10.2.3.3 настоящей МП повторяют при освещенностях (20 ± 2) , (200 ± 20) , (2000 ± 200) , (20000 ± 2000) лк.

10.2.4 Результат операции поверки считается положительным, если погрешность нелинейности чувствительности не превышает $\pm 2\%$.

Примечание – При определении погрешности линейности допускается использование оптических элементов (нейтральных ослабителей, диафрагм, линз, объективов, конденсоров) для достижения необходимых уровней освещенности по показанию люксметра.

10.3 Определение относительной погрешности, вызванной отклонением относительной спектральной чувствительности от спектральной световой эффективности

10.3.1 Измерение относительной спектральной чувствительности поверяемого люксметра осуществляют путем сравнения с фотоприемником с известной относительной спектральной чувствительностью.

10.3.2 Устанавливают длину волны излучения 380 нм и фиксируют показания опорного приемника $N_{оп}(\lambda)$. Полуширина спектрального интервала не должна превышать 5 нм.

10.3.3 Повторяют п. 10.3.2 настоящей МП, изменяя рабочую длину волны с шагом 10 нм до длины волны 780 нм включительно.

10.3.4 Вместо опорного приемника устанавливают фотометрическую головку поверяемого люксметра и повторяют пп. 10.3.2–10.3.3 настоящей МП, фиксируя показания люксметра $N_{приб}(\lambda)$, лк.

10.3.5 Рассчитывают относительную спектральную чувствительность поверяемого люксметра по формулам

$$S_{\text{приб.}}(\lambda) = \frac{N_{\text{приб.}}(\lambda)}{N_{\text{оп.}}(\lambda)} \cdot S_{\text{оп.отн.}}(\lambda), \quad (9)$$

$$S_{\text{приб.отн.}}(\lambda) = \frac{S_{\text{приб.}}(\lambda)}{\max\{S_{\text{приб.}}(\lambda)\}}, \quad (10)$$

где $S_{\text{оп.отн.}}(\lambda)$ – относительная спектральная чувствительность опорного приемника;
 $S_{\text{приб.отн.}}(\lambda)$ – относительная спектральная чувствительность поверяемого люксметра;
 $N_{\text{оп.}}(\lambda)$ – показания опорного приемника;
 $N_{\text{приб.}}(\lambda)$ – показания поверяемого люксметра.

10.3.6 Рассчитывают относительную погрешность измерения, вызванную отклонением относительной спектральной чувствительности от спектральной световой эффективности для пяти источников излучения: натриевый (НЛВД), ртутный высокого давления (РЛВД), трехполосный люминесцентный (ЛЛ), металлогалогенный (МГЛ) с тремя добавками и металлогалогенный с редкоземельными добавками (ГОСТ Р 8.665-2009, приложение А) по формуле

$$\delta_{\text{ск}} = \left(\frac{\int \varphi_Z(\lambda) S_{\text{приб.отн.}}(\lambda) d\lambda}{\int \varphi_Z(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \cdot \frac{\int \varphi_A(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int \varphi_A(\lambda) S_{\text{приб.отн.}}(\lambda) d\lambda} \right) \cdot 100\%, \quad (11)$$

где $\varphi_Z(\lambda)$ – относительное спектральное распределение рассчитываемого источника Z;
 $\varphi_A(\lambda)$ – относительное спектральное распределение источника, по которому градуировался поверяемый люксметр (источник типа А);
 $V(\lambda)$ – относительная спектральная световая эффективность (в соответствии с ГОСТ 8.332-2013, приложение Б).

10.3.7 Результат операции поверки считается положительным, если погрешность измерения, вызванная отклонением относительной спектральной чувствительности от спектральной световой эффективности, не превышает $\pm 3\%$.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента пульсации освещенности

10.4.1 Определение погрешности измерений коэффициента пульсации производится с использованием источника модулированного излучения с известным коэффициентом пульсации или газоразрядных источников типа ЛДЦ, ЛД, ЛБ и эталонного пульсметра. Коэффициент пульсации освещенности определяется при частоте модуляции излучения до 300 Гц.

10.4.2 Устанавливают на оптический стенд источник пульсирующего излучения. Если коэффициент пульсации от источника неизвестен, на оптический стенд устанавливают эталонный пульсметр и фиксируют показания $K_{\text{обр.}}$.

10.4.3 Устанавливают поверяемый люксметр, фиксируют показания $K_{\text{изм.}}$.

10.4.4 Определяют абсолютную погрешность по формулам

$$\Delta_{\text{кп}} = K_{\text{изм.}} - K_{\text{обр.}}, \quad (12)$$

$$\Delta_{\text{пр}} = 1 + K_{\text{изм.}} \cdot 0,08, \quad (13)$$

где $\Delta_{\text{кп}}$ – абсолютная погрешность измерений коэффициента пульсации;
 $\Delta_{\text{пр}}$ – предел абсолютной погрешности измерений коэффициента пульсации;
 $K_{\text{изм.}}$ – показания поверяемого люксметра;
 $K_{\text{обр.}}$ – показания эталонного пульсметра или известный коэффициент пульсации от источника модулированного излучения.

10.4.5 Измерения проводят при трех значениях коэффициентов пульсации, лежащих в интервале от 1 % до 100 %.

10.4.6 Результат операции поверки считается положительным, если погрешность измерений коэффициента пульсации освещенности во всем диапазоне измерений коэффициента пульсации освещенности не превышает абсолютную погрешность $\Delta_{пр}$, рассчитываемую по формуле (13).

10.5 Определение основной относительной погрешности измерений освещенности

10.5.1 Суммарное значение основной относительной погрешности люксметра рассчитывают по формуле

$$\delta = 1,1 \sqrt{\delta_{гр}^2 + \delta_n^2 + \delta_{ск}^2 + \delta_{cos}^2}, \quad (14)$$

где $\delta_{гр}$ – погрешность градуировки по источнику типа А, определенная по формулам (3) или (6);

δ_n – максимальное значение погрешности отклонения световой характеристики от линейной, определенной по формулам (7) или (8);

$\delta_{ск}$ – максимальное значение погрешности измерений, вызванное отклонением относительной спектральной чувствительности от спектральной световой эффективности, определенное по формуле (11); при периодической поверке принимается равным 3 %;

δ_{cos} – погрешность, вызванная отклонением пространственной чувствительности люксметра от косинусной, определена в результате испытаний в целях утверждения типа и принимается равной 3 %.

10.5.2 Результат операции поверки считается положительным, если основная относительная погрешность люксметра не превышает $\pm 6\%$.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

11.2 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

11.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдается по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его в поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих нормативно-правовых документов в области обеспечения единства измерений.

Приложение А
(обязательное)

Спектральное распределение мощности излучения источников,
обязательных для расчета погрешности спектральной коррекции люксметра

Таблица А.1

λ , нм	Значение $\varphi(\lambda)$					
	Ист. А	Трехполосная люминесцентная лампа	Ртутная лампа	Натриевая лампа высо- кого давления	Металлогалогенная лампа	
					С тремя добавками	С редкозе- мельными добавками
1	2	3	4	5	6	7
380	0,1016	0,0089	0,0140	0,0057	0,0524	0,0026
390	0,1253	0,0045	0,0058	0,0075	0,1067	0,0871
400	0,1525	0,0035	0,0174	0,0093	0,1320	0,1134
410	0,1833	0,0172	0,0163	0,0113	0,2910	0,2888
420	0,2177	0,0125	0,0158	0,0143	0,4571	0,4745
430	0,2558	0,0199	0,0260	0,0176	0,2051	0,3184
440	0,2976	0,0274	0,1153	0,0236	0,2402	0,3196
450	0,3431	0,0285	0,0395	0,0385	0,1644	0,3073
460	0,3921	0,0261	0,0363	0,0128	0,2181	0,3869
470	0,4445	0,0230	0,0306	0,0388	0,1886	0,3720
480	0,5002	0,0283	0,0439	0,0042	0,1573	0,3468
490	0,5590	0,1297	0,1734	0,0096	0,1601	0,3367
500	0,6207	0,0375	0,0501	0,1680	0,1795	0,3757
510	0,6850	0,0107	0,0134	0,0063	0,1760	0,3676
520	0,7517	0,0071	0,0088	0,0063	0,1841	0,3694
530	0,8205	0,0115	0,0161	0,0066	0,2198	0,4127
540	0,8912	0,4158	0,5020	0,0078	0,5418	0,6163
550	0,9634	0,2734	0,4302	0,0340	0,2270	0,3677
555	1,0000	0,0746	0,1045	0,0462	0,1856	0,3899
560	1,0369	0,0383	0,0449	0,0621	0,1701	0,3707
570	1,1114	0,0330	0,0331	0,7587	0,3071	0,6132
580	1,1866	0,1437	0,1745	0,3338	0,3715	0,4507
590	1,2622	0,1518	0,2082	0,4257	0,9800	0,9734
600	1,3380	0,1244	0,1354	0,5656	0,5844	0,7713
610	1,4138	1,0000	1,0000	0,2387	0,3773	0,5026
620	1,4892	0,1372	0,2141	0,1399	0,2359	0,4589
630	1,5640	0,2064	0,2147	0,0970	0,2181	0,4388
640	1,6381	0,0307	0,0375	0,0758	0,1962	0,4120
650	1,7112	0,0574	0,0610	0,0609	0,1670	0,3469
660	1,7831	0,0317	0,0410	0,0531	0,2438	0,4297
670	1,8536	0,0197	0,0239	0,0573	0,4805	0,6394
680	1,9227	0,0168	0,0217	0,0409	0,1741	0,3600
690	1,9901	0,0268	0,0341	0,0245	0,1244	0,2617
700	2,0557	0,0071	0,0235	0,0209	0,1070	0,2350
710	2,1195	0,1001	0,1019	0,0194	0,0869	0,1735
720	2,1813	0,0044	0,0104	0,0182	0,0810	0,1597

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7
730	2,2409	0,0033	0,0038	0,0173	0,0762	0,1418
740	2,2984	0,0029	0,0041	0,0173	0,0788	0,1485
750	2,3537	0,0017	0,0031	0,0191	0,0942	0,1803
760	2,4068	0,0096	0,0031	0,0167	0,0856	0,1621
770	2,4575	0,0023	0,0022	0,0832	0,1179	0,2291
780	2,5059	0,0000	0,0007	0,0200	0,0690	0,1184

Приложение Б
(обязательное)

Значения относительной спектральной световой эффективности
мономатического излучения для дневного зрения

Таблица Б.1

λ , нм	$V(\lambda)$, отн.ед.	λ , нм	$V(\lambda)$, отн.ед.	λ , нм	$V(\lambda)$, отн.ед.
380	0,000039	515	0,6082	650	0,1070
385	0,000064	520	0,7100	655	0,0816
390	0,00012	525	0,7932	660	0,0610
395	0,00022	530	0,8620	665	0,0446
400	0,00040	535	0,9149	670	0,0320
405	0,0006	540	0,9540	675	0,0232
410	0,0012	545	0,9803	680	0,0170
415	0,0022	550	0,9950	685	0,0119
420	0,0040	555	1,000	690	0,0082
425	0,0073	560	0,9950	695	0,0057
430	0,0116	565	0,9786	700	0,0041
435	0,0168	570	0,9520	705	0,0029
440	0,0230	575	0,9154	710	0,0021
445	0,0298	580	0,8700	715	0,0015
450	0,0380	585	0,8163	720	0,0010
455	0,0480	590	0,7570	725	0,0007
460	0,0600	595	0,6949	730	0,0005
465	0,0739	600	0,6310	735	0,00036
470	0,0910	605	0,5668	740	0,00025
475	0,1126	610	0,5030	745	0,00017
480	0,1390	615	0,4412	750	0,00012
485	0,1693	620	0,3810	755	0,00008
490	0,2080	625	0,3210	760	0,00006
495	0,2586	630	0,2650	765	0,000042
500	0,3230	635	0,2170	770	0,000030
505	0,4073	640	0,1750	775	0,000021
510	0,5030	645	0,1382	780	0,000015