

V Региональная конференция по научно-техническому
творчеству школьников «Лабиринты науки»

Секция Техника
«Измерение освещенности в учебных кабинетах школы»

Работу выполнила: Румянцева Кира Игоревна,
МБОУ Некрасовская СОШ, ученица 9 А класса
Руководитель: Глазкова Светлана Борисовна,
МБОУ Некрасовская СОШ, учитель физики

Г. Ярославль, 2024 г

Оглавление

1.	<u>Введение</u>	2
2.	<u>Освещенность и ее виды</u>	3
3.	<u>Основные величины, характеризующие естественную и искусственную освещенность</u>	4
4.	<u>Косвенные показатели, влияющие на уровень естественной освещенности</u>	5
5.	<u>Методы расчета искусственного освещения</u>	5
6.	<u>Последствия неправильного освещения</u>	7
7.	<u>Практическая часть</u>	7
7.1	<u>Измерение искусственной освещённости с помощью цифрового датчика освещенности</u>	7
7.2	<u>Вычисление коэффициента естественной освещенности (КЕО)</u>	7
7.3	<u>Вычисление светового коэффициента (СК)</u>	8
7.4	<u>Определение коэффициента искусственного освещения (КИО)</u>	8
7.5	<u>Вычисление коэффициента заглубления (К)</u>	9
7.6	<u>Расчет искусственного освещения, используя метод коэффициента использования светового потока</u>	9
8.	<u>Заключение</u>	10
9.	<u>Выводы</u>	10
10.	<u>Список литературы</u>	11
11.	<u>Приложения</u>	11

1. Введение

Освещение исключительно важно для здоровья человека. С помощью зрения человек получает подавляющую часть информации (около 90 %), поступающей из окружающего мира. Свет это ключевой элемент нашей способности видеть, оценивать форму, цвет и перспективу окружающих нас предметов. По статистике ученик находится в школе около 40 часов в неделю. Таким образом, большую часть светового дня дети проводят при искусственном освещении, поэтому очень важно соблюдать в школе нормативы освещенности. Хорошее освещение влияет на самочувствие и работоспособность. Недостаток света может вызывать усталость, раздражение и затруднения с концентрацией. Правильно организованное освещение рабочего места обеспечивает сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы.

Гипотеза: освещенность учебных помещений нашей школы соответствует нормативам СанПин.

Объект исследования: естественная и искусственная освещённость учебных кабинетов МБОУ Некрасовской СОШ

Предмет исследования: соответствие освещённости учебных кабинетов школы нормам СанПин.

Актуальность

Учебный процесс тесно связан со значительным напряжением зрения, поэтому частая причина плохого зрения – низкий уровень освещённости на рабочем месте. При недостаточном освещении учебных помещений школьники слишком низко наклоняют голову при чтении, письме, вследствие чего развивается близорукость или дальнозоркость. Так как дети и подростки проводят много времени за партами в школе, уровень освещённости должен соответствовать нормам СанПин

Оборудование: компьютер, цифровой датчик для измерения освещенности из комплекта цифрового оборудования, рулетка, компас.

Срок выполнения работы: сентябрь-ноябрь 2024 г.

Цель: изучить состояние искусственной и естественной освещенности в учебных кабинетах школы.

Задачи:

1. Собрать информацию о влиянии освещенности на человека, о существующих нормативах освещенности, о методах ее определения.
2. Рассчитать естественную освещенность учебных помещений и сравнить ее с нормами СанПин.
3. Измерить искусственную и естественную освещенность кабинетов с помощью цифрового датчика для измерения освещенности из комплекта цифрового оборудования.

2. Освещенность и ее виды

Любой источник света является источником светового потока, и чем больше световой поток попадает на поверхность освещаемого предмета, тем лучше этот предмет виден. Физическая величина, численно равная световому потоку, падающему на единицу площади освещаемой поверхности, называется освещенностью. Освещённость, E измеряется в люксах. Люкс — это единица измерения, которая показывает, сколько света падает на каждый квадратный метр поверхности. Освещенность можно рассчитать по формуле: $E = \Phi/S$, где Φ – световой поток, S – площадь освещаемой поверхности. Чем больше света падает на меньшую площадь, тем выше будет освещённость.

[8]

Виды освещенности:

- 1) Естественное (источником является Солнце).

2) Искусственное (источником являются люминесцентные лампы или светодиодные)

Совмещенное освещение или смешанное (когда естественное освещение дополняется искусственным).

Уровень естественного освещения определяется факторами:

- внешними - световой климат местности, время года и суток, состояние прозрачности атмосферы, ориентации здания по сторонам света, затенение окон противостоящими окнами и деревьями;
- внутренними - величина оконных проемов, их конфигурация и расположение на светонесущей стене, конструкция оконного переплета, характер и частота остекления, внутренняя планировка помещения, отражающая способность покрытий стен и потолка.

3. Основные величины, характеризующие естественную и искусственную освещенность

1) Коэффициент естественной освещенности

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) – это выраженное в процентах отношение освещенности (в люксах) внутри помещения к

$$e = (E_v / E_n) 100\%,$$

освещенности на том же уровне под открытым небом.[2]

Коэффициент естественной освещенности должен соответствовать определенному диапазону для учебных помещений. (Приложение 1)

2) Световой коэффициент

Световой коэффициент (СК) – это отношение площади стекла в окнах к площади пола, определяется по формуле: $СК = S_{\text{окон}} / S_{\text{пола}}$. Световой коэффициент должен соответствовать диапазону: $0,2 \leq СК \leq 0,3$ (СанПин 2.4.2.1178-02). (Приложение 2) [2]

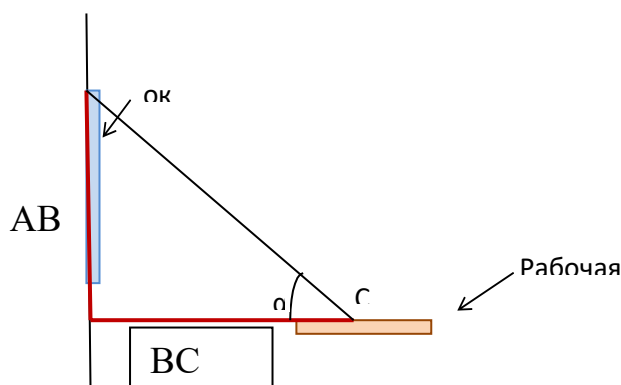
3) Коэффициент заглубления

Коэффициент заглубления (К), показывает отношение высоты окна к ширине помещения. Угол падения – это угол, под которым падают лучи света на рабочую поверхность (чем больше угол, тем выше освещенность). Рассчитывается по формуле: $K = h/H$, где h - расстояние от верхнего края окна до пола, H - расстояние от светонесущей стены до противоположной. В норме это соотношение не более, чем 1:2,5. [6]

Угол падения образован двумя лучами, исходящими из точки на рабочей поверхности, проходящий через верхний и нижний край окна.

Упрощенный метод расчета угла падения через его тангенс. Для этого необходимо: определить расстояние между верхним краем окна (катет АВ), определить расстояние от точки на рабочей поверхности до плоскости окна (катет ВС), рассчитать тангенс угла падения по формуле:

$\operatorname{tg} \alpha = \text{катет } AB / \text{катет } BC$. Определить величину угла по таблице тангенсов. В норме угол падения должен быть не менее 27 градусов.



Чем больше величина светового коэффициента и угла падения, тем лучше освещение. [7]

4) Коэффициент искусственного освещения

Коэффициент искусственного освещения (КИО) вычисляется по формуле: $\text{КИО} = PN/S_{\text{п}}$, где P – мощность лампы, $S_{\text{п}}$ – площадь пола, N – количество ламп, КИО – коэффициент искусственного освещения.

Коэффициент искусственного освещения на 1 м² площади пола кабинета должен соответствовать диапазон $6,8 \leq \text{КИО} \leq 9,8$ (СанПин 2.4.2.1178-02) [3]

4. Косвенные показатели, влияющие на уровень естественной освещенности

- 1) Расположение здания и ориентация окон. Согласно СанПиН 2.4.2.2821-10, ориентация окон учебных помещений должна быть на южные, юго-восточные, восточные стороны горизонта. На северные стороны горизонта могут быть ориентированы окна кабинетов черчения, рисования, информатики.

Учебные помещения должны иметь естественное освещение. В учебных помещениях следует проектировать боковое левостороннее освещение.

- 2) Размер, конфигурация и оборудование окон, их санитарное состояние (чистота окон), размер простенков, высота расстояния от потолка до верхнего края окна.

- 3) Окраска интерьера помещения; расстановка мебели.

Расстояние от школы до высотного здания, расположенного вблизи, расстояние до деревьев, кустарников. [4]

5. Расчет искусственного освещения

Для расчета искусственного освещения используют три метода: 1) по коэффициенту использования светового потока, 2) точечный метод, 3) метод удельной мощности.

- 1) Метод расчета искусственного освещения по коэффициенту использования светового потока. Освещаемый объем помещения

ограничивается ограждающими поверхностями, отражающими значительную часть светового потока, попадающего на них от источников света.

Отражающими поверхностями являются пол, стены, потолок и оборудование, установленное в помещении. Рассматриваемый метод позволяет производить расчет осветительной установки (ОУ) с учетом прямой и отраженной составляющих освещенности и применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей, равновеликих полу, при использовании светильников любого типа. Коэффициент использования осветительной установки, характеризующий эффективность использования светового потока источников света, определяется, с одной стороны, светораспределением и размещением светильников, а с другой соотношением размеров освещаемого помещения и отражающими свойствами его поверхностей. Расчет производится по формуле:

$$\Phi_{\pi} = \frac{E_{\text{н}} \cdot S \cdot k \cdot Z}{N \cdot \eta}$$

где $E_{\text{н}}$ – нормированная освещенность, лк;

S – освещаемая площадь (площадь расчетной поверхности), м^2 ; k – коэффициент запаса; $\Phi_{\text{л}}$ – световой поток лампы, лм; Z – коэффициент минимальной освещенности, $z = E_{\text{ср}}/E_{\text{мин}}$; N – количество светильников; n – число ламп в светильнике; η – коэффициент использования

светового потока.

$$E_{\text{ф}} = \frac{N \cdot n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta}{S \cdot k \cdot z},$$

2) *Расчет освещенности по точечному методу.* Этим методом рассчитывается освещенность произвольно расположенных освещаемых поверхностей комбинированного и локализованного освещения, когда освещенность обеспечивается только за счет источников света. В общем случае освещенность в точке, расположенной на горизонтальной поверхности, определяется по уравнению:

$$E = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha \cdot \mu}{H^2 \cdot k}$$

где I_{α} – сила света от источника на данную точку рабочей поверхности, кд; $H_{\text{п}}$ – высота подвеса светильников, м; α – угол между нормалью к рабочей поверхности и направлением из расчетной точки на источник света; k – коэффициент запаса; μ – коэффициент, учитывающий действие удаленных светильников.

Расчет освещенности по методу удельной мощности (метод Ватта. Расчет начинается с выбора типа светильников, который принимается в зависимости от условий среды и класса помещений по пожароопасности. При расчете освещения по методу Ватта определяют необходимую мощность осветительной установки при условии создания нормированной

$$W = \frac{(E_{\min} \cdot S \cdot k)}{E_{\text{ср}}}$$

освещенности по формуле: где W – электрическая мощность установки, Вт; $E_{\min}$ – нормируемая минимальная освещенность, лк (табл. П.1.5-П.1.7); S – площадь поверхности пола в помещении, м²; k – коэффициент запаса; $E_{\text{ср}}$ – средняя горизонтальная освещенность (среднеарифметическое значение освещенности) при расходе 1Вт/м². Полученное значение сравнивается с максимально допустимой удельной установленной мощностью. [1]

6. Последствия неправильного освещения

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Продолжительная работа при недостаточном освещении приводит к снижению работоспособности. Из-за неправильного освещения образуется глубокие и резкие тени и другие неблагоприятные факторы, зрение быстро утомляется, что приводит к дискомфорту. Наличие резких теней искажает размеры и формы объектов и тем самым повышает утомляемость. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное освещение может быть причиной таких заболеваний, как близорукость, зрительное утомление.

7. Практическая часть

7.1 Измерение искусственной освещённости с помощью цифрового датчика освещенности.

Ход работы:

1. Выбрать контрольные точки: две точки дальше от окон, две точки ближе к окнам, две точки в центре кабинета.
2. Провести измерения искусственной освещённости с помощью цифрового мультиметра освещенности в кабинетах: физики, биологии, информатики, Точки Роста, технологии для девочек, начальных классов. Измерения проводились в течение учебной недели, в первую и вторую смену.
3. Вычислили среднее значение освещенности и результаты измерений занесли в таблицу (Приложение 3)

Вывод: В кабинете Точки Роста и информатики значения освещенности соответствует санитарным нормам СанПин. 300-500 лк (Приложение 4), а в остальных кабинетах ниже нормы.

7.2 Вычисление коэффициента естественной освещенности (КЕО)

Ход работы:

1. Измерить освещенность внутри помещения с помощью цифрового датчика. $E_{\text{в}}=7$ лк.

2. Измерить наружную освещенность, на том же уровне, как в кабинете, с минимальным разрывом во времени. $E_n=702$ лк. Для измерения естественной освещённости выбирали дни со сплошной равномерной облачностью. Измерения искусственной освещенности проводились в условиях, в которых проходят уроки (жалюзи оставались в открытом положении).

3. Вычислить коэффициент естественной освещенности по формуле:

$$e = (E_v / E_n) 100\%, \\ e = (7 / 702) \times 100\% = 0,99\%$$

4. Сравнить с нормативным значением КЕО для учебных кабинетов. Используя таблицу «Нормативные значения КЕО для жилых, общественных и вспомогательных помещений» (Приложение 1). С учетом, что Ярославская область относится к 3 группе административных районов по ресурсам светового климата, окна кабинета расположены на юго-восток 110° . По нормативам КЕО должен быть 1,7. (Приложение 7 План школы)

Вывод: коэффициент естественной освещенности (КЕО) по измерениям равен 0,99, что отличается от нормативного для нашего региона ($e=1,7$).

7.3 Вычисление светового коэффициента (СК).

Ход работы:

1. Измерить длину и высоту окна. Найти площадь окна по формуле: $S = a \times b$, где a -длина окна, b -высота окна. $a=1,97$ м, $b=1,97$ м, количество окон:
 $S_o = 1,97 \times 1,97 = 3,88 \text{ м}^2$,
2. Измерить длину и ширину пола. Найти площадь пола по формуле $S = c \times d$, где c -длина пола, d -ширина пола. $c = 11,2$ м; $d=6,35$ м. $S_p=71,12 \text{ м}^2$.
3. Вычислить световой коэффициент: $СК = S_o / S_p$, где S_o – площадь окна, S_p – площадь пола, СК – световой коэффициент.

$$СК = (3,88 \times 4) : 71,12 = 0,22$$

Вывод: световой коэффициент естественной освещенности соответствует нормам СанПиН, т.к. соответствует диапазону: $0,2 \leq СК \leq 0,3$.

7.4 Определение коэффициента искусственного освещения (КИО)

Ход работы:

1. Сосчитать количество светильников в кабинете и количество ламп. Светильников 18, в каждом по 2 лампы.
2. Записать мощность люминесцентных ламп. $P = 36$ Вт – мощность одной лампы.
3. Вычислить коэффициент искусственного освещения: $КИО = PN / S_p$, где P – мощность лампы, S_p – площадь пола, N – количество ламп, КИО – коэффициент искусственного освещения.
 $КИО = (36 \text{ Вт} \times 36) / 71,12 \text{ м}^2 = 18 \text{ Вт/м}^2$.

Вывод: коэффициент искусственного освещения отклоняется от нормы. Коэффициент искусственного освещения на 1 м^2 площади пола кабинета должен соответствовать диапазон $6,8 \leq \text{КИО} \leq 9,8$ (СанПин 2.4.2.1178-02)

7.5 Вычисление коэффициента заглубления (К)

Ход работы:

- 1) Измерить расстояние h от верхнего края окна до пола, H -расстояние от светонесущей стены до противоположной. $h=2,7 \text{ м}$, $H=6,35 \text{ м}$
- 2) Вычислить коэффициент заглубления по формуле: $K = h/H$. $K=1:2,35$

Вывод: коэффициент заглубления в норме, это соотношение не более, чем 1:2,5.

7.6 Расчет искусственного освещения, используя метод коэффициента использования светового потока

Освещенность для сравнения вычислили в двух кабинетах: 2 этаж -кабинет физики, 3 этаж – кабинет Точка Роста, координаты расположения кабинетов одинаковые. (Приложение 6)

Ход работы:

1. Сосчитать количество светильников в кабинетах и количество ламп.

Физика: светильников 18, в каждом по 2 лампы. Марка лампы OSRAM, L 36 W/765. Тип светильника: ЛПО.

Точка Роста: светильников 18, в каждом по 4 лампы. Марка ламп Opal Jazzway, P=36 Вт. Тип светильника: потолочный, PPL 595/U.

2. Вычислить площадь освещаемой поверхности. Площадь пола найти по формуле $S = c \times d$, где c -длина пола, d -ширина пола. $c = 11,2 \text{ м}$; $d = 6,35 \text{ м}$. $S_{\text{п}} = 71,12 \text{ м}^2$. (кабинеты имеют одинаковую площадь)

3. Используя справочные таблицы (Приложение 5), записать $Z = 1,1$ – коэффициент минимальной освещенности для люминесцентных ламп; коэффициент минимальной освещенности $z = 1,15$ - для светильников с светодиодными лампами. $\eta = 0,57$ (57%) – коэффициент использования светового потока; $k = 1,4$ – коэффициент запаса, учитывает снижение освещенности в процессе эксплуатации; $\Phi_{\text{л}} = 2500 \text{ лм}$ – световой поток лампы марки L 36 W/765.

$\Phi_{\text{л}} = 2700 \text{ лм}$ – световой поток лампы марки Opal Jazzway.

4. Вычислить освещенность по формуле:

$E_{\text{ф}} = (18 \times 2 \times 2500 \times 0,57) / 71,12 \times 1,4 \times 1,1 = 468,4 \text{ лк}$ – кабинет физики

$E_{\text{ф}} = (18 \times 4 \times 2700 \times 0,57) / 71,12 \times 1,4 \times 1,15 = 1011,7 \text{ лк}$ – кабинет Точка Роста

5. Найти отклонение от нормируемой освещенности

$$E_{\text{ф}} = \frac{N \cdot n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta}{S \cdot k \cdot z}$$
$$\Delta E_{\text{Е}} = \frac{|E_{\text{н}} - E_{\text{ф}}|}{E_{\text{н}}} \cdot 100\%$$

$$\Delta \varepsilon_E = ((468,4 - 400)/468,4) \times 100\% = 15\% - \text{кабинет физики}$$

$$\Delta \varepsilon_E = ((1011,7 - 400)/1011,7) \times 100\% = 60\% - \text{кабинет Точка Роста}$$

6. Электрическая мощность всей осветительной системы: $P = Nn P_{\text{л}}$,
 $P = 18 \times 2 \times 36 = 1296$ Вт – кабинет физики, $P = 18 \times 4 \times 36 = 2592$ Вт – кабинет Точка Роста.

Вывод: в кабинете Точка Роста искусственная освещенность превышает освещенность в кабинете физики в 2,2 раза, электрическая мощность всей осветительной системы в Точке Роста больше, чем в кабинете физики в 2 раза. При одинаковой площади пола и месторасположению относительно сторон горизонта.

8. Заключение

Согласно СанПиН 2.4.2.2821-10, ориентация окон учебных помещений должна быть на южные, юго-восточные, восточные стороны горизонта, с боковым левосторонним освещением. В школах должно быть естественное и искусственное освещение, отвечающее современным гигиеническим нормам и правилам. Уровень естественного освещения классного помещения прежде всего зависит: от величины окон, от санитарного состояния окон, от расположения цветов на подоконниках. Запыленность окон снижает уровень естественного освещения на 40 % и больше, а замерзание на 60-80%. Гигиенически недопустимо ставить на окна цветы. Если цветы заслоняют около 20% оконного проема, то это приводит к потере 15-22% света в классе.

Искусственное освещение в классах зависит от типа ламп, мощности ламп, их количества, чистоты светильников.

Вычисленные коэффициенты естественного освещения соответствуют нормам СанПин, а измеренная освещенность с помощью цифрового датчика сильно отличается от санитарных норм. Причины: недостаточное количество светильников на единицу площади, непрозрачные цвета у светильников, пыльные светильники, темные цвета стен в кабинетах.

Наша гипотеза не подтвердилась, освещенность учебных помещений нашей школы не соответствует нормативам СанПин.

Правильно организованное освещение рабочего места обеспечивает сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы.

9. Выводы:

1. Для расчета искусственного освещения используют три метода: 1) по коэффициенту использования светового потока, 2) точечный метод, 3) метод удельной мощности. В работе применили расчет освещенности по коэффициенту использования светового потока, $E_{\text{ф}} = 468,4$ лк в кабинете физики, $E_{\text{ф}} = 1011,7$ лк в кабинете Точка Роста.

2. Рассчитали коэффициент естественной освещенности, световой коэффициент, коэффициент заглупления. Вычисленные коэффициенты естественного освещения соответствуют нормам СанПин, а коэффициент естественной освещенности отличается от нормы вероятно из-за облачной погоды осенью.

3. Провели измерения искусственной освещённости с помощью цифрового мультиметра освещенности в кабинетах: физики, биологии, информатики, Точка Роста, технологии для девочек, начальных классов. В кабинете Точка Роста значения освещенности соответствует санитарным нормам СанПин. 300-500 лк, а в остальных кабинетах ниже нормы.

10. Список литературы

1. Лабораторный практикум по строительной физике: учеб. пособие / Э.Е. Семенова, Т.В. Богатова, М.Ф. Макеев, Е.Д. Мельников; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2010. – 67 с.

2. Трунова И.Г., Елькин А.Б. **Производственное освещение:** учеб. пособие по выполнению дипломных, курсовых и практических работ / И.Г. Трунова, А.Б. Елькин; Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева. – Нижний Новгород, 2013. - 80 с

3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». М., 2023.

4. СанПиН 1.2.3685-21, СП 52.13330.2016. Нормы и требования к школьному освещению

5. https://cchgeu.ru/upload/iblock/8f9/xf4816v28vohzm4rayvx914bpy5x2qdj/MU_AF_2016.pdf Лабораторный практикум по строительству 03.11.2024

6. <https://sudact.ru/law/pismo-minkomsviazi-rossii-ot-10042020-n-lb-s-088-8929/metodicheskie-rekomendatsii-dlia-obshcheobrazovatelnykh-organizatsii/zdanie-i-pomeshcheniia-obshcheobrazovatelnoi-organizatsii/osveshchenie-pomeshchenii-obshcheobrazovatelnoi-organizatsii/> Освещение помещений общеобразовательной организации 07.11. 2024

7. <https://www.opisvet.ru/blog/kakim-dolzno-byt-osveshchenie-v-shkole-normy-i-trebovaniya/> Каким должно быть освещение в школе: нормы и требования 07.11.2024

8. <https://www.opisvet.ru/blog/vidy-i-tipy-osveshcheniya-pomeshcheniy/> Виды и типы освещения 15.11.2024

11. Приложения

Приложение 1 Таблица нормированного значения КЕО

Нормативные значения КЕО для жилых, общественных и вспомогательных помещений

Группы админис. р-нов по ресурсам светов. климата	Ориент. свето-проемов по сто-ро-нам го-ризонта, град.	Нормированные значения КЕО					
		в рабочих кабинетах зданий управления, офисах	в школьных классах	в жилых поме-щениях	в выставочных залах	в читальных залах	в проектных за-лах, чертежно-конструкторских бюро
1	69-113 249-293	1.00	1.50	0.50	0.70	1.20	1.50
	114-158 204-248	1.00	1.50	0.50	0.70	1.20	1.50
	159-203	1.00	1.50	0.50	0.70	1.20	1.50
	294-68	1.00	-	0.50	0.70	1.20	1.50
2	69-113 249-293	0.90	1.40	0.50	0.60	1.10	1.40
	114-158 204-248	0.90	1.30	0.40	0.60	1.10	1.30
	159-203	0.90	1.30	0.40	0.60	1.10	1.30
	294-68	0.90	-	0.50	0.60	1.10	1.40
3	69-113 249-293	1.10	1.70	0.60	0.80	1.30	1.70
	114-158 204-248	1.00	1.50	0.50	0.70	1.20	1.50
	159-203	1.00	1.50	0.50	0.70	1.20	1.50
	294-68	1.10	-	0.60	0.80	1.30	1.70

Приложение 2

Таблица значений СК по СанПин

Место освещения	Световой коэффициент не менее
Классы и мастерские	1:4=0,25
Коридор	1:5=0,2
Спортивный и актовый зал	1:6=0,17
Вспомогательные помещения	1:8=0,13
Лестничные площадки	1:12=0,08

Приложение 3

Измерение искусственной освещённости с помощью цифрового датчика освещенности

Кабинет	Точка 1 12.00/ 18.00	Точка2 12.00/ 18.00	Точка 3 12.00/ 18.00	Точка 4 12.00/ 18.00	Точка 5 12.00/ 18.00	Точка 6 12.00/ 18.00
Физика 2 этаж	122/117	130/121	123/119	134/132	134/133	133/130
Точка Роста 3 этаж	279/280	273/270	299/303	430/424	282/270	279/272
Биологии 2 этаж	53/52	116/53	117/50	131/46	129/118	124/122
Информатики 3 этаж	250/253	247/251	264/261	261/260		
Технология (девочки)	122/113	126/122	133/128	130/122		
Начальная школа 1 этаж	129/120	136/126	262/240	278/280	305/300	305/302
Начальная школа 2 этаж	53/55	48/54	112/123	129/118	117/115	124/119
Начальная школа 3 этаж	127/53	127/51	109/53	127/51	126/58	120/57

Приложение 4 Значения искусственной освещенности в школе

В учебных кабинетах, аудиториях, лабораториях уровни освещенности должны соответствовать следующим нормам: на рабочих столах - 300 - 500 лк, в кабинетах технического черчения и рисования - 500 лк, в кабинетах информатики на столах - 300 - 500 лк, на классной доске 300 - 500 лк, в актовых и спортивных залах (на полу) - 200 лк, в рекреациях (на полу) - 150 лк. При использовании компьютерной техники и необходимости сочетать восприятие информации с экрана и ведение записи в тетради освещенность на столах обучающихся должна быть не ниже 300 лк.
(п. 2.8.2, 2.8.5, 2.8.9 СП 2.4.3648-20).

Приложение 5

Коэффициенты запаса для естественного и искусственного освещения

		Искусственное освещение	Естественное освещение
--	--	----------------------------	------------------------

Помещения и территории	Примеры помещений	Коэффициент запаса K_3			Коэффициент запаса K_3			
		Количество чисток светильников в год			Количество чисток остекления светопроемов в год			
		Эксплуатационная группа светильников по табл. 12			Угол наклона светопропускающего материала к горизонту, градусы			
		1-4	5-6	7	0-15	16-45	46-75	76-90
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне:								
а) св. 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов	<u>2,0</u> 18	<u>1,7</u> 6	<u>1,6</u> 4	<u>2,0</u> 4	<u>1,8</u> 4	<u>1,7</u> 4	<u>1,5</u> 4
б) от 1 до 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона	<u>1,8</u> 6	<u>1,6</u> 4	<u>1,6</u> 2	<u>1,8</u> 3	<u>1,6</u> 3	<u>1,5</u> 3	<u>1,4</u> 3
в) менее 1 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные	<u>1,5</u> 4	<u>1,4</u> 2	<u>1,4</u> 1	<u>1,6</u> 2	<u>1,5</u> 2	<u>1,4</u> 2	<u>1,3</u> 2
г) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влажной средой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих большой коррозирующей способностью	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных отраслей промышленности с применением электролиза	<u>1,8</u> 6	<u>1,6</u> 4	<u>1,6</u> 2	<u>2,0</u> 3	<u>1,8</u> 3	<u>1,7</u> 3	<u>1,5</u> 3
2 Производственные помещения с особым режимом по чистоте воздуха при обслуживании светильников:								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
а) с технического этажа		<u>1,3</u> 4	-	-	-	-	-	-
б) снизу из помещения		<u>1,4</u> 2	-	-	-	-	-	-

3 Помещения общественных и жилых зданий:

а) пыльные, жаркие и сырые Горячие цехи предприятий общественного питания,

охлаждаемые камеры, помещения для приготовления растворов в прачечных, душевые и т.д.

$\frac{1,7}{2}$

$\frac{1,6}{2}$

$\frac{1,6}{2}$

$\frac{2,0}{3}$

$\frac{1,8}{3}$

$\frac{1,7}{3}$

$\frac{1,6}{3}$

б) с нормальными условиями среды Кабинеты и рабочие помещения, офисные помещения, жилые комнаты, учебные помещения, лаборатории, читальные залы, залы совещаний, торговые залы

$\frac{1,4}{2}$

$\frac{1,4}{1}$

$\frac{1,4}{1}$

$\frac{1,5}{2}$

$\frac{1,4}{2}$

$\frac{1,3}{1}$

$\frac{1,2}{1}$

Максимально допустимые удельные установленные мощности искусственного освещения в помещениях общественных зданий

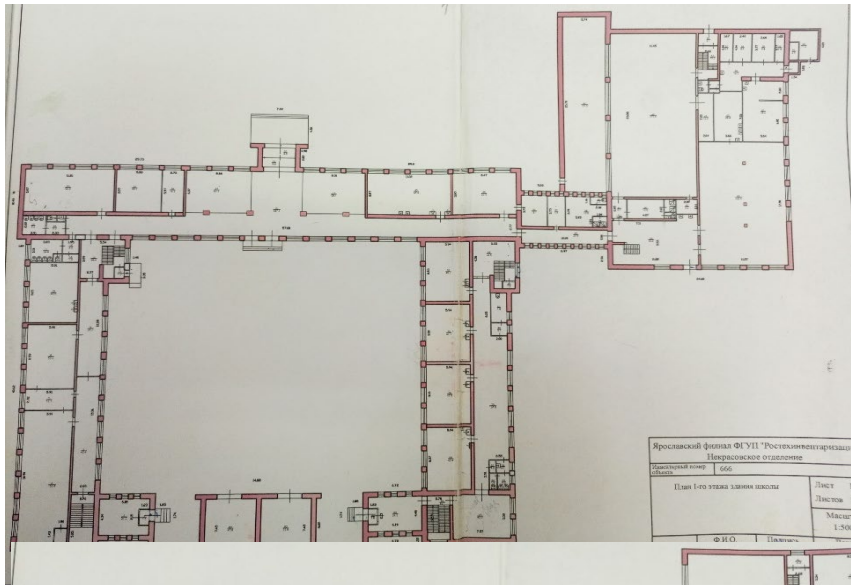
Освещенность на рабочей поверхности, лк	Индекс помещения	Максимально допустимая удельная установленная мощность, Вт/м ² , не более
500	0,6	42
	0,8	39
	1,25	35
	2,0	31
	3 и более	28
400	0,6	30
	0,8	28
	1,25	25
	2,0	22
	3 и более	20
300	0,6	25
	0,8	23
	1,25	20
	2,0	18
	3 и более	16
200	0,6-1,25	18
	1,25-3,0	14

	Более 3	12
150	0,6-1,25	15
	1,25-3,0	12
	Более 3	10
100	0,6-1,25	12
	1,25-3,0	10
	Более 3	8

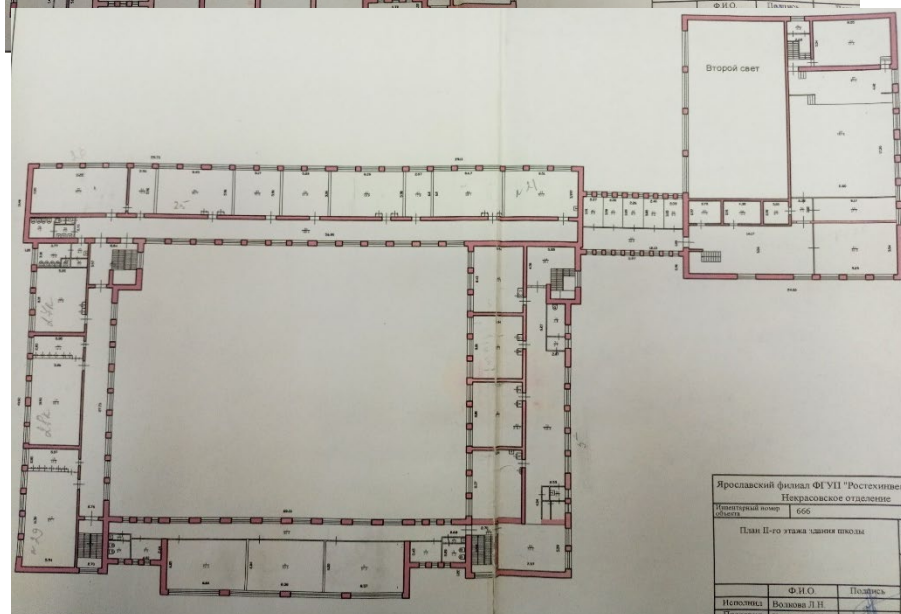
Светотехнические характеристики люминесцентных ламп и дуговых ртутных ламп высокого и сверхвысокого давления

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, ЛМ
люминесцентные лампы		
ЛДЦ	15	500
	20	820
	30	1450
	40	2100
	65	3050
	80	3560
ЛД	15	590
	20	920
	30	1640
	40	2340
	65	3570
	80	4070
ЛХБ	15	675
	20	935
	30	1720
	40	2600
	65	3820
	80	4440
ЛТБ	15	700
	20	975
	30	1720
	40	2580
	65	3980
	80	4440

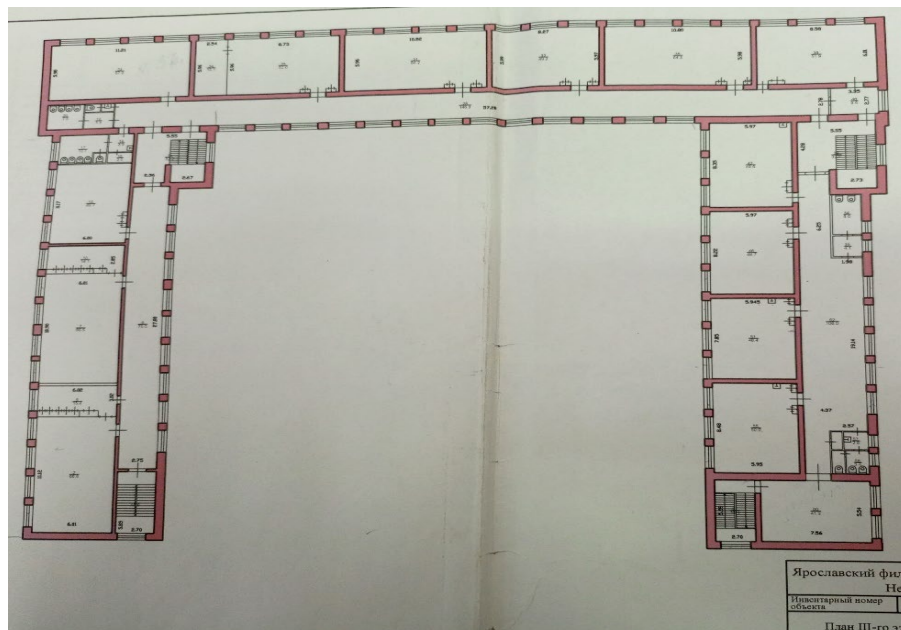
Приложение 6 План школы



1 этаж



2 этаж



3 этаж