

**Заключение  
комиссионного физико-математического  
исследования**

**по поручению А.А. Шведенко**

**9 ноября 2009 года.**

**Заключение  
комиссионного физико-математического  
исследования  
по поручению А.А. Шведенко**

**9 ноября 2009 года.**

**Состав комиссии:**

Специалист Назаров С.А., имеющий высшее образование, специальность - физика.

Место работы: Каменский институт (филиал) ЮРГТУ (НПИ)

Должность: доцент кафедры "Естественнонаучные дисциплины"

Стаж работы по специальности 11 лет.

Адрес: 347830 Ростовская область, Каменский р-н, п. Молодежный 28

Специалист Голосовский Д.В., имеющий высшее образование, специальность – математика и экономика.

Место работы: МОУ Куйбышевская средняя общеобразовательная школа.

Стаж работы по специальности 7 лет.

Адрес: 346940 Ростовская область, с.Куйбышево ул.Театральная д.53

**Перед специалистами поставлены следующие вопросы:**

1. Видна ли левая боковая часть автомобиля FIAT водителю и пассажиру автомобиля BAW?
2. При каком расположении автомобиля FIAT его левая боковая часть будет видна водителю и пассажиру автомобиля BAW?

**Исходные данные:**

Габариты объекта FIAT: длина 4963mm, ширина 2050mm, высота 2254mm

Габариты объекта BAW: длина 5990mm, ширина 2020mm, высота 2220mm

Объекты расположены на одной линии, расстояние между объектами 50-100 метров. Объект FIAT находится впереди объекта BAW. В передней части объекта BAW расположены 2 наблюдателя (водитель и пассажир).

**Научно-методическая база исследования:**

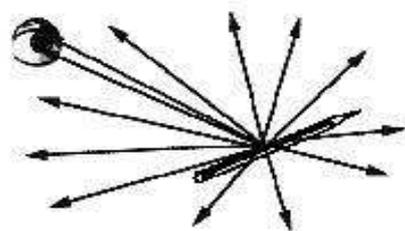
1. Ландсберг Г.С. Оптика - М.: Наука, 1976. - 928с.
2. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. - М.: Наука, 1986. - Т.3. - 656с.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики : Оптика - М.: Наука, 1980. - 751с.
4. Вавилов С.И. Глаз и солнце. О свете, Солнце и зрении. 10-е изд. М.: Наука, 1981.–128с.
5. Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. Пособие. В 3-х т. Т.2., Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – М.: Наука Гл. ред. физ-мат. лит., 1988. – 496 с.
6. Погорелов А.В. Геометрия: 10-11 классы. - Учеб. Пособие для ВУЗов, Просвещение, 2005. -128 с.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ:

**Закон прямолинейного распространения света:** в однородной прозрачной среде свет распространяется прямолинейно.

Опытным доказательством этого закона могут служить резкие тени, отбрасываемые непрозрачными телами при освещении светом источника достаточно малых размеров («точечный источник»). Другим доказательством может служить известный опыт по прохождению света далекого источника сквозь небольшое отверстие, в результате чего образуется узкий световой пучок. **Этот опыт приводит к представлению о световом луче как о геометрической линии, вдоль которой распространяется свет.**

Фактически о положении окружающих нас предметов в пространстве мы судим, подразумевая, что свет от объекта попадает в наш глаз по прямолинейным траекториям. Наша ориентация во внешнем мире целиком основана на предположении о прямолинейном распространении света.

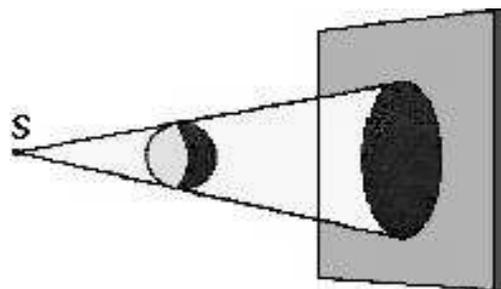


Именно это допущение привело к представлению о световых лучах. **Световой луч - это прямая, вдоль которой распространяется свет.** Условно лучом называют узкий пучок света. Если мы видим предмет, то это означает, что нам в глаз попадает свет от каждой точки предмета. Хотя световые лучи выходят из каждой точки по всем направлениям, лишь узкий пучок этих лучей попадает в глаз наблюдателя. Если наблюдатель сдвинет голову чуть в сторону, то в его глаз от каждой точки предмета будет попадать уже другой пучок лучей.

Если между глазом и каким-нибудь источником света поместить непрозрачный предмет, то источник света мы не увидим. Если бы свет распространялся не по прямым линиям, то он мог бы обогнуть препятствие и попасть к нам в глаза. Например от звука нельзя "загородиться" рукой, он обогнёт это препятствие и мы будем его слышать.

**Таким образом, описанный пример показывает, что свет не огибает препятствие, а распространяется прямолинейно.**

Теперь возьмём маленький источник света, например карманный фонарик S. Расположим на некотором расстоянии от него экран, то есть в каждую его точку попадает свет. Если между точечным источником света S и экраном разместить непрозрачное тело, например мячик, то на экране увидим темное изображение очертаний этого тела - тёмный круг, поскольку за ним образовалась тень - пространство, куда не попадает свет от источника S. Если бы свет распространялся не прямолинейно и луч не был бы прямой линией, то тень могла бы не образоваться или имела бы другую форму и размеры.



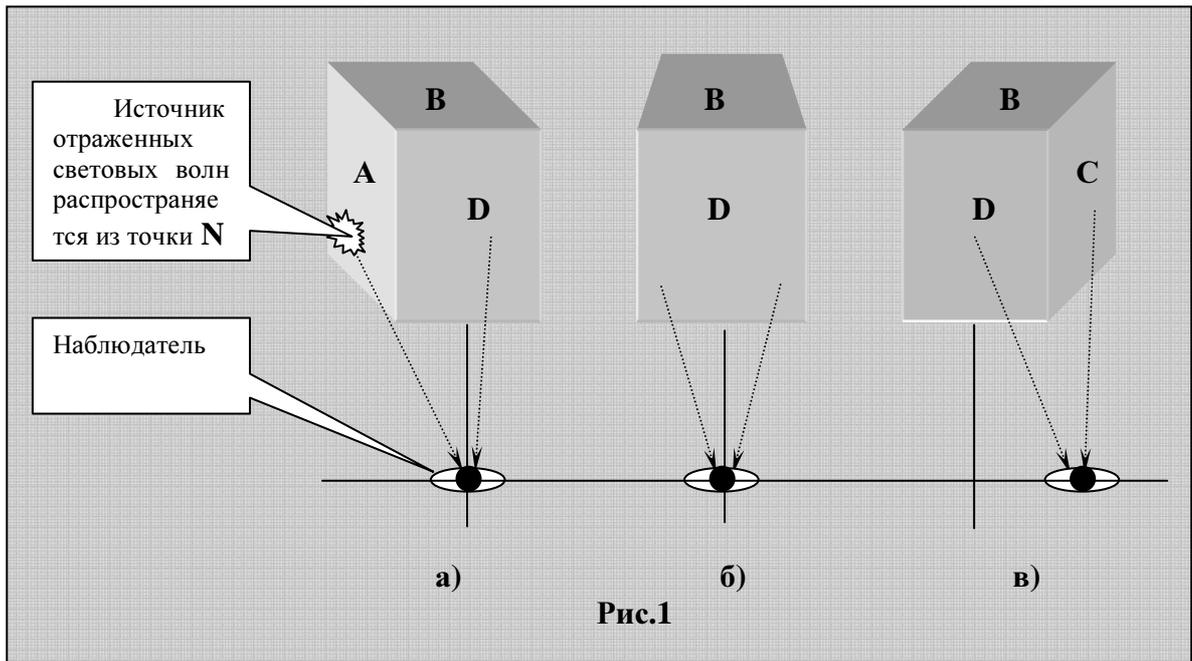
Прямолинейностью распространения света пользуются при провешивании прямых линий на поверхности земли и под землей в метро, при определении расстояний на земле, на море и в воздухе. Когда контролируют прямолинейность изделий по лучу лазера, то опять-таки используют прямолинейность распространения света.

Весьма вероятно, что и само понятие о прямой линии возникло из представления о прямолинейном распространении света.

## ИССЛЕДОВАНИЕ:

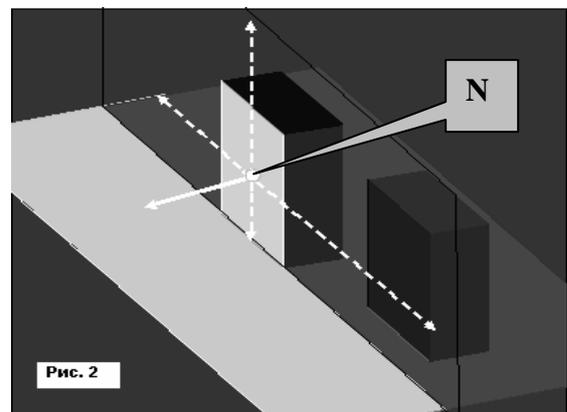
Так как автомобиль, как и все видимые, человеческому глазу, предмет, является источником отраженных световых волн, любая точка на поверхности автомобиля так же является источником отраженных волн. Отраженные световые волны попадают на сетчатку человеческого глаза, в результате чего человек видит окружающие его предметы. В нашей работе источником отраженных световых волн будет считаться точка **N**. Вполне очевидно, что точка **N**, расположенная на левой части объекта (поверхность **A** рис.1а) не будет видна наблюдателю, если наблюдатель располагается на одной линии с объектом, позади него, а так же выше него, ниже него или правее него (рис. 1.б,в).

Но точка **N** видна, если объект расположен под некоторым углом к наблюдателю той стороной, на которой расположен источник отраженных волн **N** (рис.1а) в данном случае поверхностью **A** к наблюдателю:



Докажем эту очевидность путем геометрических построений основываясь на законах геометрической или лучевой оптики.

В связи с тем, что источник **N** является частью левой боковой поверхности непрозрачного объекта, отраженные от него лучи, согласно законов прямолинейности распространения световых волн, будут распространяться только в левую сторону от данной поверхности и вдоль ее вертикальной плоскости в различных направлениях, не пересекая эту плоскость (Рис.2). Поэтому в наших построениях мы будем использовать только горизонтальную плоскость в двумерной декартовой системе координат.



На чертежах объект **FIAT** будет представлен геометрической фигурой **ABCD**, а объект **BAW** фигурой **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>**

Оба объекта в принятой двумерной декартовой системе координат размещены в правой положительной полуплоскости **XOY**. На внешней грани **AD** объекта **ABCD**

расположим точечный источник отраженных световых волн  $N$ . Объект  $ABCD$  непрозрачен для световых волн.

Исходя из законов оптики и свойств световых лучей, нам известно, что световые волны распространяются прямолинейно и имеют свойства лучей, а световой луч - это прямая, вдоль которой, распространяется свет. Поэтому световые лучи на чертежах будем отображать в виде прямых линий.

**По вопросу 1:**

От источника  $N$  (рис.3) во всех направлениях левой полуплоскости  $-XOY$  распространяются отраженные световые лучи. Из геометрических построений мы видим, что на пути лучей, которые направлены в сторону объекта  $A^1B^1C^1D^1$ , возникает препятствие в виде объекта  $ABCD$ . Из чего следует, что объект  $ABCD$  создает тень, которая отбрасывается от него в правую полуплоскость координат  $XOY$  и пространство  $XOY$  находится в тени объекта  $ABCD$ .

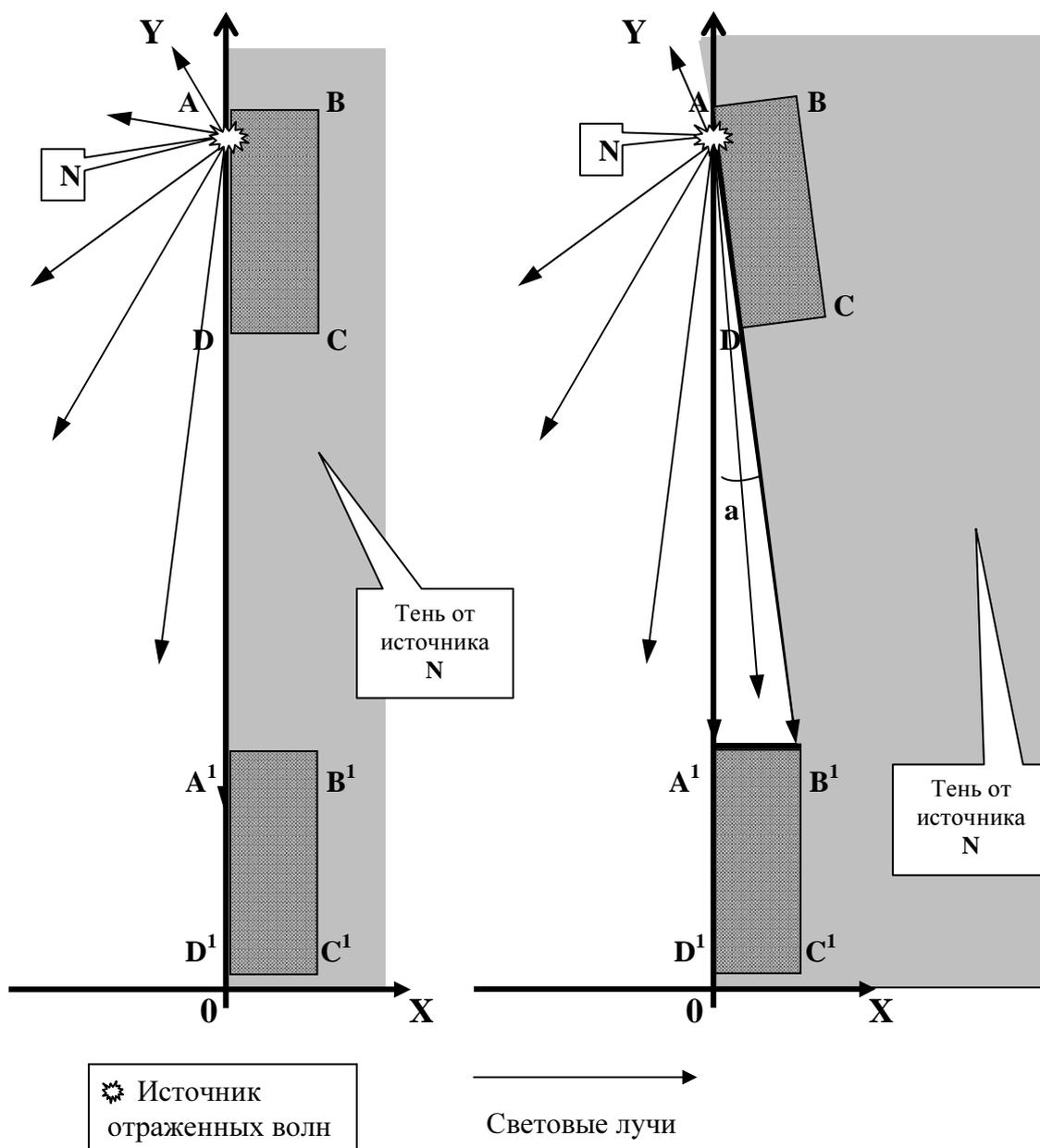


Рис. 3

Рис. 4

Объект **ABCD**, будучи непрозрачным, является препятствием на пути света, и световые лучи сквозь этот объект не проходят. Т.к. источник световых лучей **N** имеет малые размеры по отношению к размерам объекта **ABCD**, согласно законам прямолинейности распространения световых лучей и чертежу следует, что от источника **N** отраженные световые лучи распространяться только в левую сторону от непрозрачного объекта **ABCD** и вдоль его левой стороны **AD** под различными углами, а именно в левую полуплоскость - область **-XOY**. Следовательно в сторону объекта **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>** в принятой системе координат **XOY** при данном расположении объектов **ABCD** и **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>**, ложится тень от объекта **ABCD**, которая бесконечна в правой полуплоскости **XOY** и ограничена слева осью ординат (рис.3). Это означает, что источник отраженных световых лучей не виден наблюдателям не зависимо от того, в какой точке объекта **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>** находятся наблюдатели.

### По вопросу 2:

Отталкиваясь от закона прямолинейности распространения световых лучей следует, что от источника **N** отраженные световые лучи распространяться только слева от непрозрачного объекта **ABCD** и вдоль его левой стороны **AD**. На чертеже эта область обозначена **-XOY** – левая полуплоскость. (рис.3)

Лучи от источника **N** будут распространяться в сторону объекта **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>**, если объект **ABCD** расположить под некоторым углом относительно объекта **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>**. Очевидно, что этот объект должен быть повернут к наблюдателям своей левой стороной **AD** потому, что на этой стороне расположен точечный источник отраженных световых волн **N**.

Построим чертеж, на котором объект **ABCD** будет расположен под таким углом к объекту **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>**, что бы световые лучи (на чертежах линии со стрелкой) от источника **N** не встречали на своем пути препятствий по направлению к объекту наблюдателей **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>**. При этом положение объекта **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>** относительно координат остается прежним.

Необходимо произвести расчеты для того, что бы выяснить под каким углом должен располагаться объект **ABCD** относительно объекта **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>**, так что бы отраженный свет от точки **N** объекта **ABCD** распространялся в сторону объекта **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>**. Т.е. что бы источник **N** был виден наблюдателям - объекту **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>**. Для этого строим прямоугольный треугольник **NB<sup>1</sup>A<sup>1</sup>** (Рис.4), прямым углом которого является угол **NA<sup>1</sup>B<sup>1</sup>**. Длина катета **NA<sup>1</sup>**, данного треугольника складывается из величин расстояния между объектами **FIAT**, **BAW** и длины объекта **FIAT**. Длина объекта **FIAT** (на чертеже **ABCD**) равна **4963cm**, т.е. **4.9m**. Так как величина расстояния между объектами дана приблизительно, а именно **50-100** метров, вычисляем среднее арифметическое:

$$NA^1 = (50+100)/2+4.9=79.9$$

$$NA^1 = 79.9m$$

Длина катета **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>** треугольника **NB<sup>1</sup>A<sup>1</sup>** равна ширине объекта **BAW** (**A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>** на чертеже) = **2020cm = 2.02m**

$$A^1B^1 = 2.02m$$

Точка **N** на объекте **ABCD** будет видна со стороны объекта **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>** при условии, что объект **ABCD** своей стороной **AD** будет прилегать к гипотенузе треугольника **NB<sup>1</sup>A<sup>1</sup>** (рис.4), т.е. располагаться под углом (**a**) к наблюдателям. Угол (**a**) треугольника **NB<sup>1</sup>A<sup>1</sup>** является минимальным углом, при котором точка **N** на объекте **ABCD** будет видна обоим наблюдателям. Исходя из понятия геометрии тангенс угла прямоугольного треугольника равен отношению противолежащего катета к прилежащему:

$$\begin{aligned} Tg(a) &= A^1B^1/NA^1 \\ Tg(a) &= 2.02/79.9=0,0252816 \\ a &= arctg(a)=1,4^\circ \end{aligned}$$

Таким образом, мы определили, что точка **N** на левой боковой части объекта **ABCD** и вся левая сторона объекта будет видимой для наблюдателей, которые расположены в объекте **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>**, при условии, что объект **ABCD** развернут своей левой боковой частью к объекту **A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>** под углом не менее **1.4°** (рис.4)

Проведем аналогичные расчеты для предельных случаев, т.е. для расстояний между объектами 50 и 100 м:

Для 50 м:

$$\begin{aligned}NA^1 &= 50+4.9=54.9 \\ Tg(a) &= A^1B^1/NA^1 \\ Tg(a) &= 2.02/54.9=0,036794\end{aligned}$$

$$a = \arctg(a)=2,1^\circ$$

Для 100 м:

$$\begin{aligned}NA^1 &= 100+4.9=104.9 \\ Tg(a) &= A^1B^1/NA^1 \\ Tg(a) &= 2.02/104.9=0,019256\end{aligned}$$

$$a = \arctg(a)=1,1^\circ$$

### **ВЫВОДЫ:**

Исходя из теоретических обоснований, расчетов и построений, мы установили невозможность первого случая и возможность второго.

По вопросу 1:

Своей левой боковой частью объект FIAT (грань AD фигуры ABCD на рис.3) создает препятствие прохождению отраженных световых лучей от точки N, по направлению к объекту BAW (фигура A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>). Иными словами на объект BAW ложится тень от объекта FIAT. Из этого следует, что точка N и вся левая сторона объекта FIAT, наблюдателям, которые находятся в объекте BAW, не видна (рис.1, 2, 3)

По вопросу 2:

Путем вычислений и построений мы определили, что точка N, расположенная на левой передне-боковой поверхности объекта FIAT (фигура ABCD рис.4) и вся его боковая часть видна обоим наблюдателям, которые находятся в объекте BAW (фигура A<sup>1</sup>B<sup>1</sup>C<sup>1</sup>D<sup>1</sup>)., при условии, что объект FIAT развернут своей левой боковой частью к объекту BAW хотя бы под небольшим углом  $1.1^\circ < a < 2.1^\circ$  (среднее значение  $1.4^\circ$ ), находясь на расстоянии 50 - 100 метров от автомобиля BAW. (рис.4)

Данные обоснования и выводы проверены опытным путем (экспериментом) на объемных моделях и на реальных аналогичных автомобилях.

Специалист Голосовский Д.В.

\_\_\_\_\_

Специалист: Назаров С.А.

\_\_\_\_\_



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

г. Ростов-на-Дону

Ростовский  
государственный  
университет

# ДИПЛОМ

ABC 0324367

Решением  
Государственной аттестационной комиссии

от 17 июня 1998 года

Назарову  
Сергею Александровичу

ПРИСУЖДЕНА  
КВАЛИФИКАЦИЯ

физик. Преподаватель физики,  
математики и астрономии  
по специальности  
"Физика."

Председатель Государственной  
аттестационной комиссии



Мешин  
Иван



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

*г. Жаламроз*

*Жаламрозский  
государственный  
педагогический  
институт*

# ДИПЛОМ

ДВС 0068660

Решением  
Государственной аттестационной комиссии

от *21 июня 2000* года

*Гемесовскому  
Дмитрию Васильевичу*

ПРИСУЖДЕНА  
КВАЛИФИКАЦИЯ

*„Учитель математики  
и экономики“;  
по специальности  
„Математика и экономика“*

Председатель Государственной  
аттестационной комиссии

Ректор

М.П.

МПФ Гознака. 1996.