

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ У ШКОЛЬНИКОВ. III. СООТНОШЕНИЕ МОНОКУЛЯРНЫХ И БИНОКУЛЯРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

© 2001 г. Г. И. Рожкова, В. С. Токарева¹, Е. И. Родионова, Д. И. Ващенко², Н. Н. Васильева³

Институт проблем передачи информации РАН, 101447 Москва, Б. Калетный пер., 19

¹Научно-исследовательский институт высшего образования, 111024 Москва, 3-я Кабельная ул., 1

²Московский педагогический государственный университет, 119882 Москва, М. Пироговская ул., 1

³Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковleva

428000 Чебоксары, ул. Карла Маркса, 38

Поступила в редакцию 12.03.2001 г.

Проведено сопоставление показателей монокулярной и бинокулярной остроты зрения (МОЗ и БОЗ) для дали (5 м) и близи (0.5 м) у школьников разного возраста (6.5–16.5 лет). Обнаружено, что возрастная динамика монокулярных показателей дальнего зрения в целом хорошо соответствует динамике БОЗ, описанной в первой статье серии (Рожкова и др., 2001а), причем среднее значение отношения БОЗ/МОЗ (\bar{B}/M) мало зависит от возраста и меняется в диапазоне 1.10–1.17. В то же время возрастная динамика монокулярных показателей ближнего зрения имеет характерные отличия от описанной ранее динамики соответствующих бинокулярных показателей (Рожкова и др., 2001б). В частности, к концу начальной школы на гистограммах МОЗ обнаруживается подъем в области значений, соответствующих умеренному снижению остроты зрения (0.6), чего на гистограммах БОЗ нет. Такое отличие свидетельствует о том, что у части детей, МОЗ которых в начальной школе снижалась, нормальное функционирование ближнего зрения могло в значительной степени обеспечиваться бинокулярными механизмами. В возрасте 9–11 лет даже средние значения \bar{B}/M превосходили 1.3, а у отдельных детей доходили до 2.0. При этом высокие показатели \bar{B}/M были характерны именно для детей со сниженными показателями МОЗ, хотя встречались и у детей с $Moz > 1.6$. Коэффициенты корреляции \bar{B}/M и МОЗ для ближнего зрения оказались равными –0.46 по всем школьникам и –0.6 по группе 9–10 лет. В дальнем зрении корреляция между \bar{B}/M и МОЗ была заметно слабее: соответствующие коэффициенты были равны –0.26 и –0.32. Гистограммы показателей МОЗ, построенные отдельно для левых и правых глаз, не отличались значимо друг от друга во всем исследованном возрастном диапазоне как в дальнем, так и в ближнем зрении. Во всех возрастных группах число детей с одинаковыми значениями МОЗ левого и правого глаза составляло около половины. Количество детей с существенными интроверкулярными различиями в остроте зрения было наибольшим в подростковом возрасте.

Ключевые слова: физиологическая оптика, бинокулярное зрение, монокулярное зрение, острота ближнего зрения, острота дальнего зрения, возрастная динамика, школьная близорукость.

ВВЕДЕНИЕ

В двух первых статьях данной серии (Рожкова и др., 2001а, 2001б) были представлены результаты оценки и статистического анализа показателей некорригированной бинокулярной остроты зрения (БОЗ) школьников. Хотя параллельно у всех школьников оценивалась и монокулярная острота зрения (МОЗ), мы намеренно рассмотрели сначала бинокулярные показатели, поскольку нас в первую очередь интересовали функциональные возможности зрительной системы школьников в естественных условиях восприятия. Однако очевидно, что анализ причин, лежащих в основе возрастных изменений БОЗ, невозможен без учета соответствующих данных по МОЗ, ибо бинокулярные показатели определяются в первую очередь возможностями каждого глаза и только во вторую – характером интроверкулярных отношений. Иными словами, необходимо выяснить, какие

особенности возрастной динамики БОЗ объясняются изменениями МОЗ, а какие – изменениями продуктивности бинокулярного взаимодействия.

Принято считать, что у человека бинокулярные механизмы вносят наиболее весомый вклад в формирование зрительного образа при анализе объемной формы предметов и их расположения по глубине. К процессу опознания плоских печатных тестовых знаков при оценке остроты зрения бинокулярные механизмы как будто бы имеют мало отношения. По мнению большинства окулистов, повышение остроты зрения при переходе от монокулярных условий наблюдения к бинокулярным должно быть в пределах 10–15%. Исходя из этого, при подборе очков окулисты обычно рекомендуют линзы, повышающие монокулярную остроту зрения не до 1.0, а до 0.8–0.9, чтобы “добрать” небольшой остаток за счет успешного бинокулярного взаимодействия.

Однако мнение о малом вкладе бинокулярных механизмов в опознание плоских объектов верно лишь отчасти. Его можно считать близким к действительности, если речь идет об анализе формы объектов в условиях их хорошей видимости. В то же время имеются данные, демонстрирующие, что в условиях плохой видимости бинокулярные показатели восприятия плоских объектов могут значительно превосходить монокулярные. Такое было обнаружено, например, в случаях узнавания печатных букв при слабом освещении (Fremlin, 1972) и обведения контуров замаскированных объектов на цветных фотографиях (Jones, Lee, 1981).

В процедуре оценки остроты зрения каждый испытуемый вынужден доходить до ситуации плохой видимости тестовых знаков из-за того, что размывание линий оптическим аппаратом глаза и зернистость светочувствительной поверхности (мозаика рецепторов сетчатки) при малых размерах знаков приводят к существенным искажениям контуров. В то же время разумно предположить, что не все испытуемые будут одинаково напрягаться и пытаться использовать все потенциально полезные механизмы, подойдя к условиям плохой видимости. Индивидуальная вариабельность здесь может быть весьма значительной. Хотя бы поэтому, априори, ситуация с вкладом бинокулярных механизмов в остроту зрения нам представлялась не вполне определенной и ее было необходимо исследовать.

Но, возможно, более существенно то, что у большинства людей имеются незначительные рассогласования баланса двух окуломоторных систем, затрудняющие идеальную бификсацию объекта наблюдения, т.е. попадание проекций рассматриваемой в данный момент детали точно в центр фoveальных зон обоих глаз. При рассматривании мелких объектов в условиях плохой видимости этот дисбаланс может затруднять работу бинокулярных механизмов анализа изображений и даже полностью отключать их.

Цель данной части работы – сопоставление как индивидуальных, так и средних монокулярных и бинокулярных показателей остроты ближнего и дальнего некорrigированного зрения у школьников разного возраста. Наряду с выяснением вклада бинокулярных механизмов в остроту зрения в задачу исследования входила оценка возрастной динамики нарушений симметрии зрительной системы – различий в остроте зрения двух глаз.

МЕТОДИКА

Сопоставление монокулярных и бинокулярных показателей остроты зрения школьников проводилось на основе представленных ранее результатов измерения БОЗ для расстояний 5.0 и 0.5 м (Рожкова и др., 2001а, 2001б) и результатов параллельного измерения остроты зрения каждого глаза в тех же условиях. Методика получения монокулярных по-

казателей некорrigированного зрения соответствовала методике бинокулярных измерений, подробно описанной в двух предыдущих статьях серии. Единственным отличием было использование пластикового рассеивающего окклюдора для исключения из работы одного глаза.

Испытуемыми были дети в возрасте от 5.5 до 16.5 лет из обычных общеобразовательных школ Москвы. Полная программа обследования включала оценку БОЗ и двух значений МОЗ для пяти расстояний наблюдения, т.е. 15 измерений, но из-за большой трудоемкости такой работы она была выполнена лишь частично. В один день обычно проводили измерения только для одного или двух расстояний. Поскольку работа проводилась непосредственно в школах во время занятий, и отпущенное на обследование время было ограниченным, только часть детей удалось обследовать по полной программе, у остальных измерения были проведены для одного–трех расстояний. У некоторых детей полученные данные оказались “некомплектными” из-за пропусков по болезни, контрольных мероприятий и других мешающих обстоятельств. Учеников выпускных классов мы вообще не обследовали, чтобы не отвлекать от занятий. Наибольшее количество измерений было проведено для расстояний 5 и 0.5 м, и в настоящей работе будут рассмотрены только эти данные. В конечном итоге здесь проанализированы результаты, полученные на 706 детях при оценке МОЗ и БОЗ для 5 м и на 519 детях – для 0.5 м.

Чтобы количественно охарактеризовать вклад бинокулярных механизмов в остроту зрения, для всех детей вычисляли отношение БОЗ к лучшему значению из двух МОЗ ($\text{Б}/\text{М}$). Значение $\text{Б}/\text{М} = 1$ означает отсутствие выраженного вклада бинокулярных механизмов, а значения больше и меньше единицы получаются соответственно в случаях продуктивного бинокулярного взаимодействия и наличия некоторого конфликта между монокулярными каналами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как и ожидалось, в большинстве случаев показатели МОЗ оказались лишь незначительно ниже соответствующих показателей БОЗ или даже равны им, однако определенные группы детей выпадали из этого правила. В левой и правой колонках рис. 1 представлены гистограммы значений МОЗ, полученных у детей разного возраста для левых и правых глаз при расстоянии наблюдения 5.0 м, а на рис. 2 приведены аналогичные данные для расстояния 0.5 м. На каждой гистограмме темной краской выделен столбик, соответствующий остроте зрения 1.0. Анализируя эти гистограммы, можно видеть, что практически во всех возрастных группах у большинства детей показатели МОЗ удовлетворяли условному критерию медицинской нормы: “1.0 и выше”. Исключение

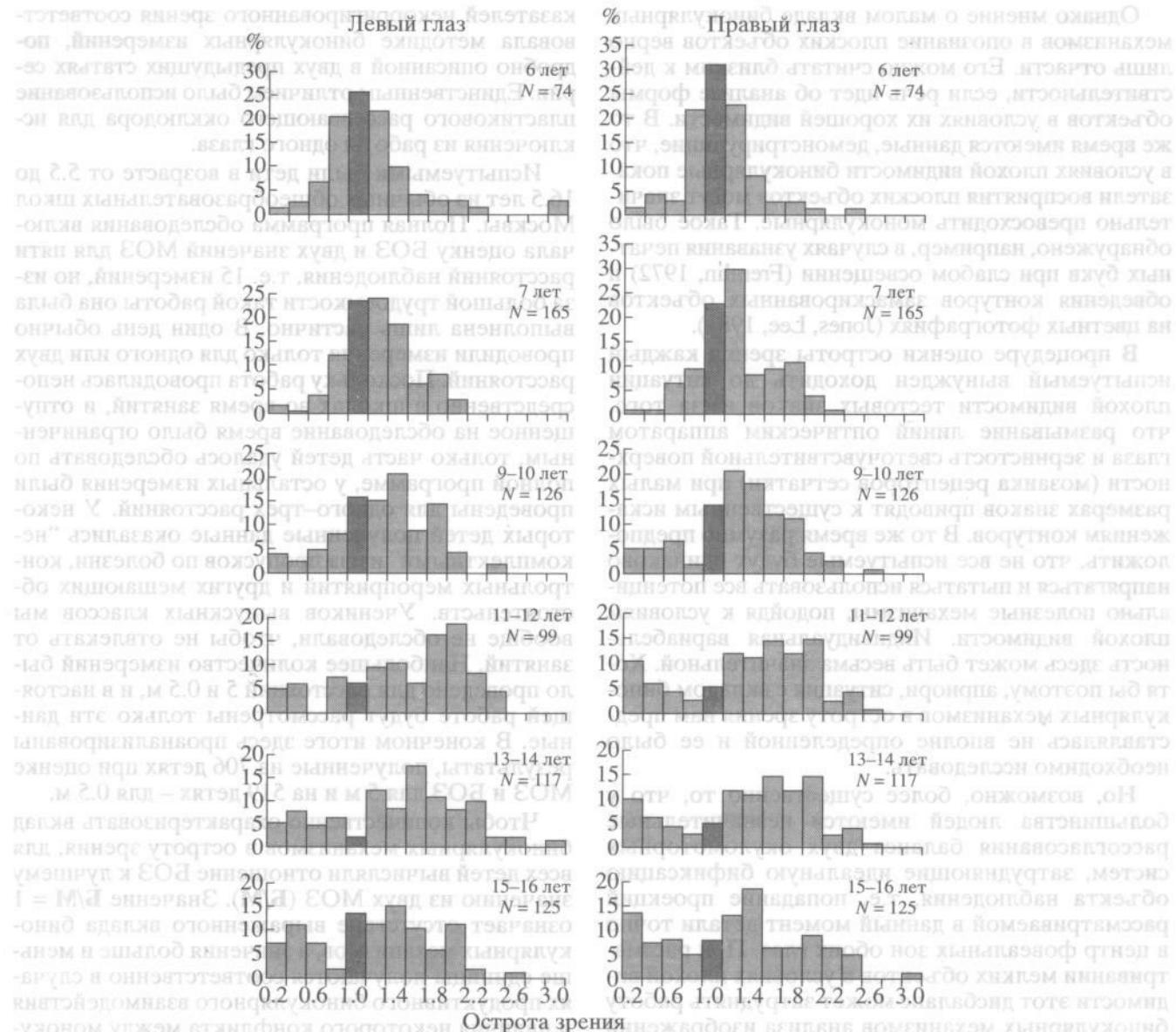


Рис. 1. Гистограммы значений остроты дальнего зрения левого и правого глаза у детей разного возраста.

Левая колонка – левый глаз; правая колонка – правый глаз.

составляют лишь данные по ближнему зрению в возрасте 9–10 лет, к которым мы вернемся ниже.

Попарное сравнение графиков из двух колонок каждого рисунка позволяет заключить, что показатели двух глаз довольно хорошо соответствовали друг другу во всех возрастных группах. Хотя в каждой паре гистограммы для левого и правого глаз не идентичны, принципиальных различий между ними выявлено не было. Сходство показателей двух глаз прекрасно видно и на кривых изменения средних значений МОЗ левого и правого глаза с возрастом (рис. 3), где соответствующие точки либо просто совпадают, либо разнятся в сотых долях. Таким образом, “среднестатистически” на протяжении всего школьного периода

зрительная система детей остается достаточно симметричной. Однако очевидно, что такая средняя симметрия может быть обусловлена не только истинной симметрией, т.е. равенством значений МОЗ двух глаз, но и симметрией отклонений от равенства, которые могут быть весьма значительными. Сопоставляя индивидуальные показатели МОЗ левого и правого глаза всех школьников, мы обнаружили, что количество детей с идеально симметричным (в пределах ошибки измерений) зрением во всех возрастных группах составляет примерно половину, причем между дальним и близким зрением есть небольшие различия. Построенные для всех возрастных групп школьников гистограммы разностей между показателями МОЗ правого и левого глаз (OD-OS) для

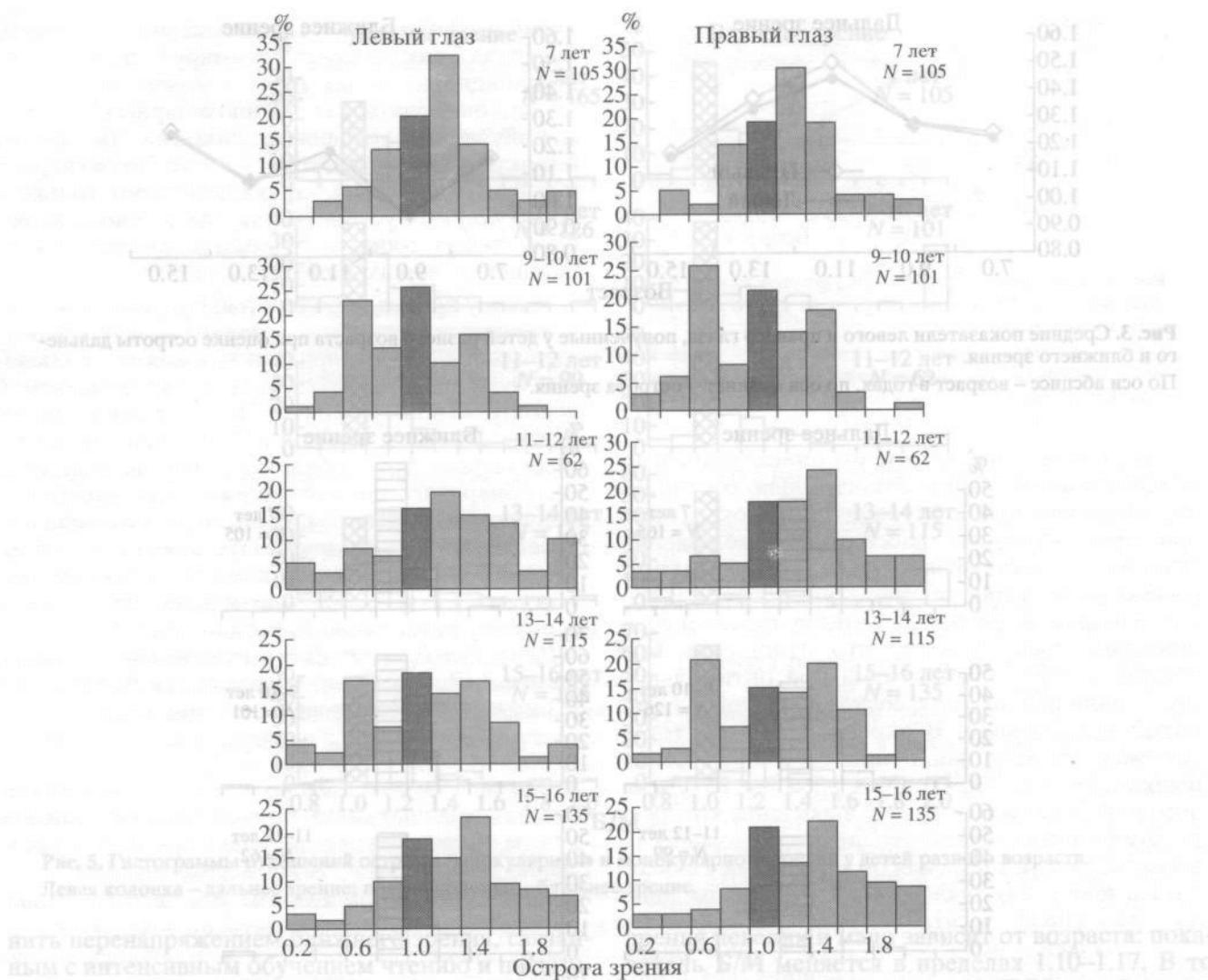


Рис. 2. То же, что и на рис. 1, но для остроты близкого зрения.

дали и близи приведены на рис. 4. Как видно из этого рисунка, по показателям дальнего зрения количество детей с идентичными глазами колебалось в интервале 46–51%, а по показателям близкого зрения – в интервале 52–65%. Детей с существенными интерокулярными различиями (превышающими 0.2) больше всего обнаружилось в подростковом возрасте: по показателям дальнего зрения их количество было максимальным в 13–14 лет (27%), а по показателям близкого зрения – в 11–12 лет (16%). Различия, попавшие на гистограммах в окна “0.2” и “−0.2”, на первый взгляд можно было бы и игнорировать, так как в большинстве случаев они соответствовали разнице в одну строку офтальмологической таблицы и могли объясняться нарастанием усталости в ходе измерений. Однако тот факт, что достаточно большой процент детей имел устойчиво идентичные показатели МОЗ левого и правого глаз, указывает на целесообразность внимательного отноше-

ния к таким небольшим различиям, если не с точки зрения симметрии, то хотя бы с точки зрения утомляемости зрительной системы.

Если сравнить приведенные выше гистограммы МОЗ (рис. 1, 2) с обсуждавшимися ранее гистограммами БОЗ для дальнего и близкого зрения (Рожкова и др., 2001а, 2001б) можно видеть, что общий характер изменения МОЗ-гистограмм с возрастом в целом хорошо соответствует возрастной динамике БОЗ-гистограмм, только средние значения МОЗ несколько ниже. У младших школьников МОЗ-гистограммы дальнего зрения подобно БОЗ-гистограммам можно приближенно считать одномодальными, а у старшеклассников форма этих распределений становится весьма неопределенной. Кроме “размазанного” среднего пика, наиболее четко в них выделяется пик в области низких значений остроты зрения, соответствующий детям с приобретенной в школе близорукостью. Что же касается МОЗ-гистограмм

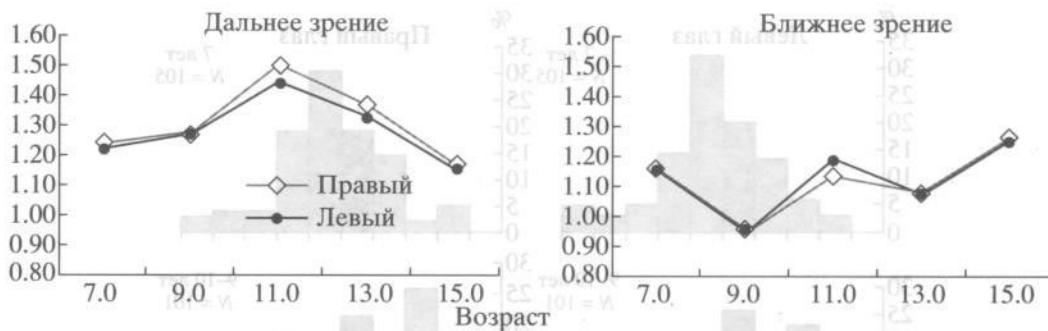


Рис. 3. Средние показатели левого и правого глаза, полученные у детей разного возраста при оценке остроты дальнего и близкого зрения.

По оси абсцисс – возраст в годах, по оси ординат – острота зрения.

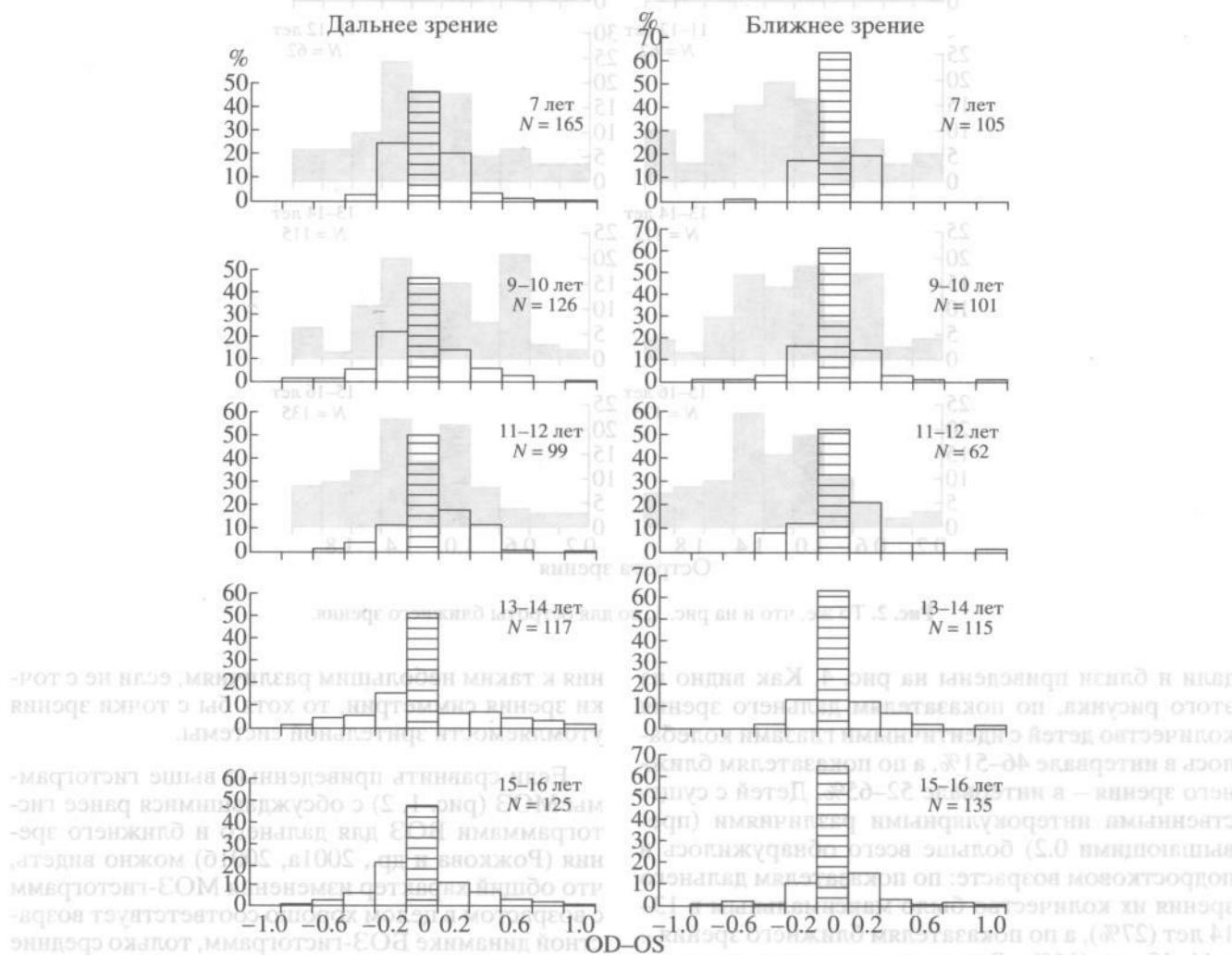


Рис. 4. Гистограммы интерокулярных различий в остроте дальнего и близкого зрения у детей разного возраста.

Левая колонка – дальнее зрение; правая колонка – близкое зрение.

близкого зрения, то на фоне общего сходства с соответствующими БОЗ-гистограммами бросается в глаза наличие пиков в области сниженных значений остроты зрения у МОЗ-гистограмм для возраста 9–10 лет. Отсутствие аналогичного пика на БОЗ-гистограмме для этого возраста застав-

ляет предполагать, что у заметной части детей со сниженным монокулярным близким зрением бинокулярные механизмы вносили существенный вклад в остроту зрения, доводя ее до нормы. Что же касается самого факта снижения МОЗ в этом возрастном диапазоне, то его естественно объяс-

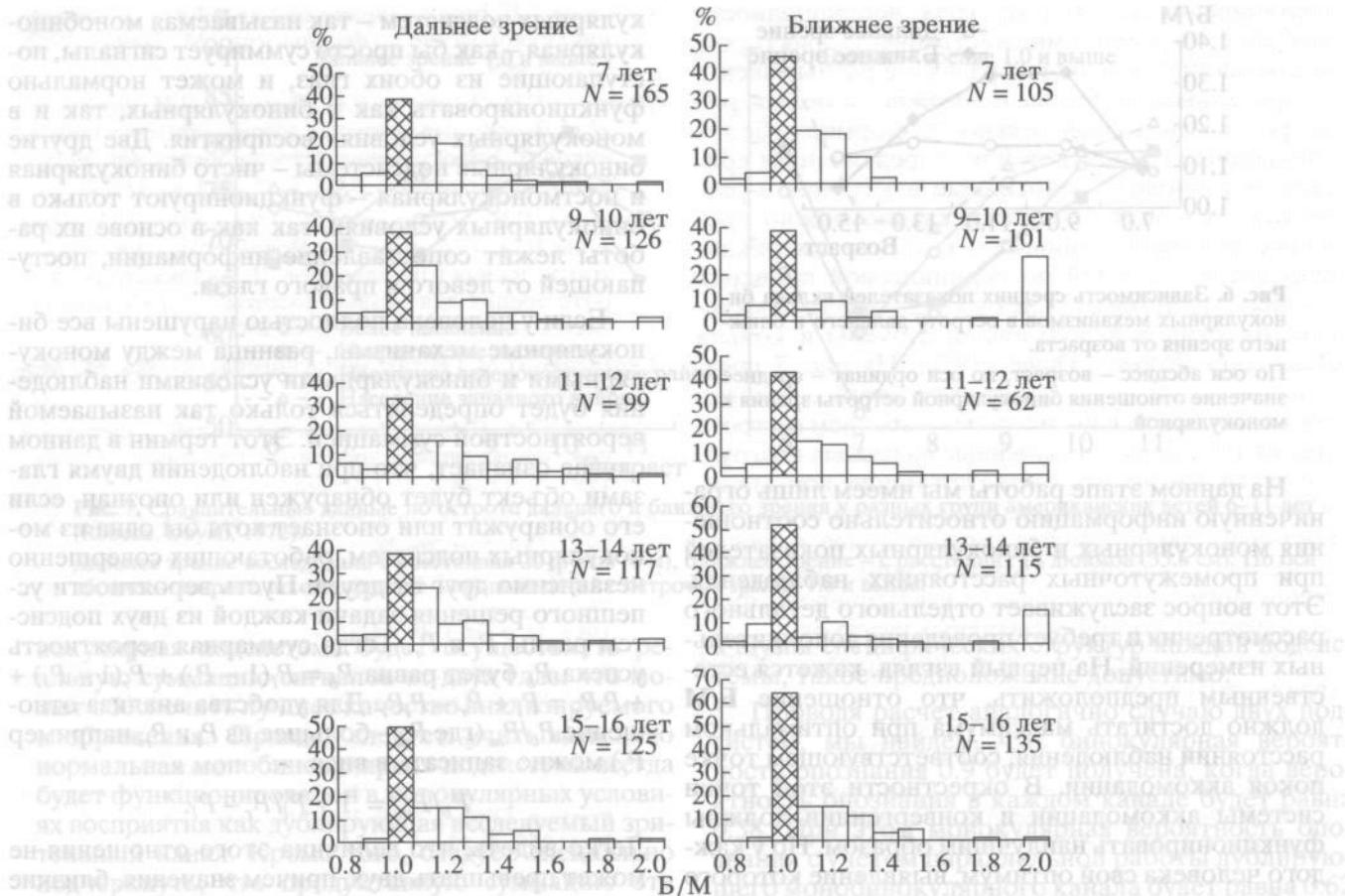


Рис. 5. Гистограммы отношений остроты бинокулярного и монокулярного зрения у детей разного возраста.
Левая колонка – дальнее зрение; правая колонка – ближнее зрение.

нить перенапряжением ближнего зрения, связанным с интенсивным обучением чтению и письму.

На рис. 5 приведены гистограммы индивидуальных значений отношения БОЗ к МОЗ ($\text{Б}/\text{М}$) для дали и близи у детей разного возраста. Это отношение варьировало в диапазоне от 0.7 до 2.0. У первоклассников и старшеклассников разброс значений был несколько меньше, чем в средних классах школы, что особенно хорошо заметно по показателям ближнего зрения. Количество школьников с $\text{Б}/\text{М} = 1$, т.е. без выраженного влияния бинокулярных механизмов, по показателям дальнего зрения в разных возрастных группах составляло 35–48%, а по показателям ближнего зрения – 35–63%. В средних классах школы по показателям ближнего зрения выделялась группа детей с $\text{Б}/\text{М}$ около двух. Количество таких детей в группе 9–10 лет составило почти 30%. По показателям дальнего зрения во всех возрастных группах это были единицы процентов.

На рис. 6 приведены кривые зависимости средних значений отношения $\text{Б}/\text{М}$ от возраста для дальнего и ближнего зрения. Видно, что эти кривые существенно различаются. Средний вклад бинокулярных механизмов в остроту дальнего

зрения невелик и мало зависит от возраста: показатель $\text{Б}/\text{М}$ меняется в пределах 1.10–1.17. В то же время средний показатель $\text{Б}/\text{М}$ для близи, в 7 лет практически равный значению $\text{Б}/\text{М}$ для дали, резко возрастает в начальных классах, в 9–11 лет превышает 1.3, а затем возвращается к уровню, соответствующему дальнему зрению.

Развивая предположение о том, что в возрасте 9–10 лет значительная часть детей эффективно использует свои бинокулярные механизмы для повышения снизившейся остроты ближнего зрения, можно ожидать, что высокие значения $\text{Б}/\text{М}$, вообще говоря, должны быть более характерны для детей с низкими показателями МОЗ, т.е. между $\text{Б}/\text{М}$ и МОЗ должна быть отрицательная корреляция. Чтобы проверить это, мы вычислили коэффициенты корреляции $\text{Б}/\text{М}$ и МОЗ для ближнего и дальнего зрения по всем испытуемым и по группам детей 9–10 лет. Все полученные значения действительно оказались отрицательными. В ближнем зрении коэффициент корреляции оказался равным –0.46 по всем школьникам и –0.6 по группе 9–10 лет, что свидетельствует о явной связи. В дальнем зрении корреляция была заметно слабее: соответствующие значения коэффициента корреляции были равны –0.26 и –0.32.

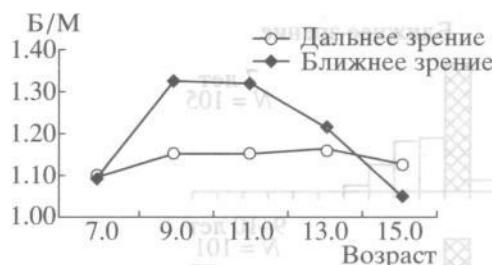


Рис. 6. Зависимость средних показателей вклада бинокулярных механизмов в остроту дальнего и ближнего зрения от возраста.

По оси абсцисс – возраст, по оси ординат – среднее значение отношения бинокулярной остроты зрения к монокулярной.

На данном этапе работы мы имеем лишь ограниченную информацию относительно соотношения монокулярных и бинокулярных показателей при промежуточных расстояниях наблюдения. Этот вопрос заслуживает отдельного детального рассмотрения и требует проведения дополнительных измерений. На первый взгляд, кажется естественным предположить, что отношение **Б/М** должно достигать максимума при оптимальном расстоянии наблюдения, соответствующем точке покоя аккомодации. В окрестности этой точки системы аккомодации и конвергенции должны функционировать наилучшим образом. Но у каждого человека свой оптимум, выявление которого требует достаточно тщательного исследования зависимости остроты зрения от расстояния. Необходимые измерения были пока произведены лишь для нескольких десятков испытуемых. Анализ этих случаев опровергает высказанное выше предположение: наибольшие значения **Б/М**, по-видимому, характерны не для оптимальных расстояний, а для фланговых областей, где острота зрения снижается с удалением от оптимальной зоны наиболее резко. Несмотря на неожиданность, этот предварительный вывод вполне увязывается с представленными выше данными, указывающими на то, что именно ухудшение видимости стимулирует мобилизацию бинокулярных механизмов для повышения остроты зрения.

Переходя к общему обсуждению полученных результатов, отметим принципиальные моменты, существенные для их адекватной трактовки. Прежде всего рассмотрим, за счет чего и при соблюдении каких условий бинокулярные показатели остроты зрения могут оказаться выше монокулярных. Напомним, что бинокулярная зрительная система человека имеет сложную структуру и в ней можно выделить по крайней мере пять параллельных подсистем, автономно проводящих анализ поступающей информации: две монокулярные и три бинокулярные (Рожкова, 1992). Каждая из монокулярных подсистем получает информацию только от своего глаза. Одна из бино-

кулярных подсистем – так называемая монобинокулярная – как бы просто суммирует сигналы, поступающие из обоих глаз, и может нормально функционировать как в бинокулярных, так и в монокулярных условиях восприятия. Две другие бинокулярные подсистемы – чисто бинокулярная и постмонокулярная – функционируют только в бинокулярных условиях, так как в основе их работы лежит сопоставление информации, поступающей от левого и правого глаза.

Если у человека полностью нарушены все бинокулярные механизмы, разница между монокулярными и бинокулярными условиями наблюдения будет определяться только так называемой вероятностной суммацией. Этот термин в данном случае означает, что при наблюдении двумя глазами объект будет обнаружен или опознан, если его обнаружит или опознает хотя бы одна из монокулярных подсистем, работающих совершенно независимо друг от друга. Пусть вероятности успешного решения задачи каждой из двух подсистем равны P_l и P_r . Тогда суммарная вероятность успеха P_b будет равна $P_b = P_l(1 - P_r) + P_r(1 - P_l) + P_lP_r = P_l + P_r - P_lP_r$. Для удобства анализа отношение P_b/P_m (где P_m – большее из P_l и P_r , например P_r) можно записать в виде

$$P_b/P_m = 1 + P_l/P_r - P_l.$$

Легко видеть, что величина этого отношения не может превышать двух, причем значения, близкие к двум, могут получаться только при малых и примерно равных P_l и P_r . К примеру, если $P_l = P_r = 0.1$, получим $P_b/P_m = 1.9$. Если же оба значения монокулярных вероятностей опознания близки к единице или одно из них очень мало, отношение P_b/P_m будет мало отличаться от единицы.

При измерении остроты зрения экспериментатор во всех условиях добивается надежного опознания не менее девяти тестовых знаков из десяти, т.е. вероятности опознания P_b не менее 0.9. Каковы должны быть при этом вероятности опознания знаков каждой монокулярной подсистемой? Очевидно, что тут возможны разные ответы, в зависимости от соотношения P_l и P_r . Если для простоты взять случай симметричных монокулярных каналов, получим $P_l = P_r = 0.7$ и $P_b/P_m = 1.3$. Чтобы от выигрыша в вероятности опознания перейти к регистрируемому в экспериментах выигрышу в остроте зрения, необходимо иметь психометрические функции, отражающие зависимость вероятности опознания от размера тестовых знаков.

Очевидно, что при нормальном функционировании бинокулярных механизмов выигрыш в остроте зрения при переходе от монокулярных условий восприятия к бинокулярным, вообще говоря, должен быть больше, чем в рассмотренном выше случае двух независимых монокулярных каналов. Во-первых, к анализу внешних сигналов подключаются еще три подсистемы; а во-вторых, моноби-

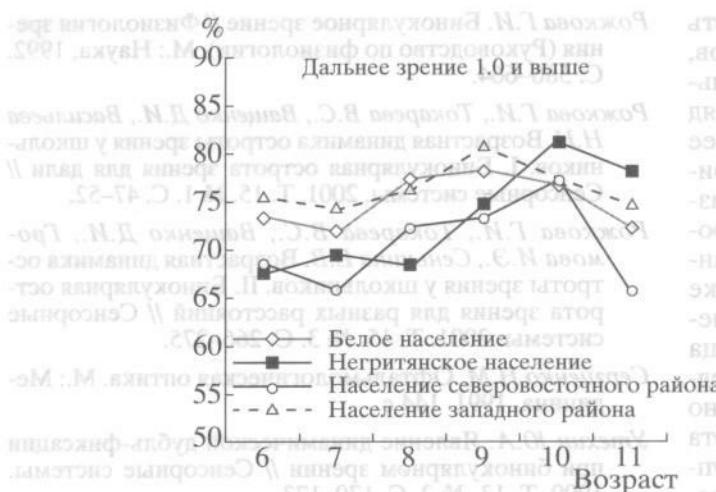
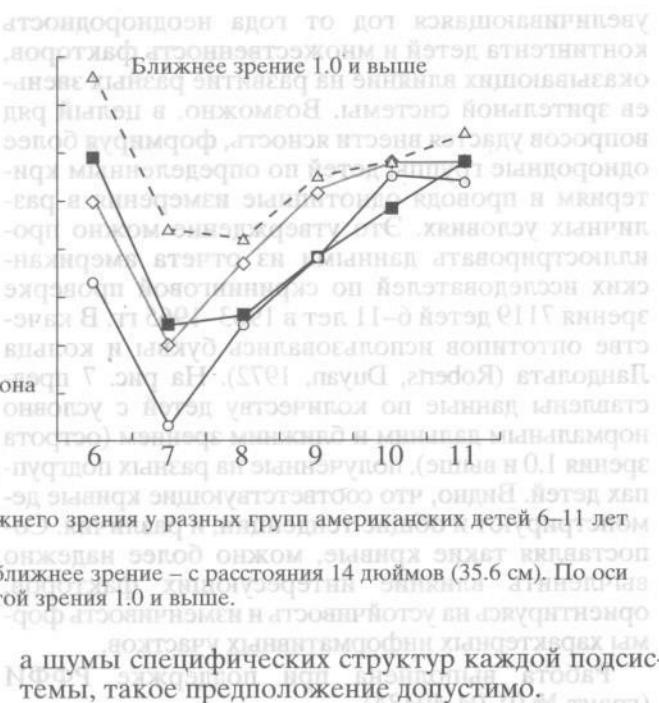


Рис. 7. Сравнительные данные по остроте дальнего и ближнего зрения у разных групп американских детей 6–11 лет (Roberts, Duyan, 1972).

Дальнее зрение исследовали с расстояния 20 футов (6 м), ближнее зрение – с расстояния 14 дюймов (35.6 см). По оси абсцисс – возраст, по оси ординат – процент детей с остротой зрения 1.0 и выше.

нокулярная подсистема будет осуществлять реальную сумму сигналов от двух глаз, что может обеспечить лучшее качество анализируемого изображения. Правда, следует учитывать, что нормальная монобинокулярная подсистема всегда будет функционировать и в монокулярных условиях восприятия как дублирующая исследуемый зрительный канал. Кроме того, следует специально подчеркнуть, что продуктивную сумму эта подсистема может осуществлять лишь при точной бификсации рассматриваемого мелкого объекта, и что для эффективной работы двух других бинокулярных подсистем точность бификсации тоже является критическим фактором. Учитывая данные, свидетельствующие о том, что отклонения от точной бификсации в условиях измерений остроты зрения скорее правило, чем исключение (Сергиенко, 1991; Утехин, 1999; Le Grand, El Hage, 1980), можно прогнозировать значительную вариабельность выигрыша от работы бинокулярных подсистем зрительного анализа.

Очень схематичное представление о разнице между монокулярными и бинокулярными условиями восприятия в случае идеальной бификсации и нормальной работы всех бинокулярных механизмов можно получить, считая, что все рассматриваемые подсистемы зрительного анализа работают независимо и обеспечивают близкие вероятности опознания. При этом мы будем игнорировать выигрыш от реальной суммации сигналов от левого и правого глаза в нейронах монобинокулярной системы, а также целый ряд соображений о не-полной независимости каналов. Правдоподобность предположения об относительной независимости бинокулярных подсистем друг от друга и от монокулярных определяется локализацией основных источников шумов, затрудняющих опознание. Если преобладают не сетчаточные шумы,



а шумы специфических структур каждой подсистемы, такое предположение допустимо.

Проводя расчет аналогично случаю двух подсистем, мы найдем, что бинокулярная вероятность опознания 0.9 будет получена, когда вероятность опознания в каждом канале будет равна 0.38. При этом монокулярная вероятность опознания с учетом параллельной работы дублирующего монобинокулярного канала будет равна 0.62 и, следовательно, отношение P_b/P_m будет близко к 1.5. При эффективной суммации в монобинокулярной подсистеме выигрыш может быть заметно больше. Реальная величина выигрыша у каждого испытуемого зависит от степени развития отдельных подсистем и совершенства механизмов их взаимодействия. Очевидно, что различия между испытуемыми в этом отношении могут быть весьма значительными.

Подводя итоги проведенного исследования динамики остроты зрения у школьников, следует заметить, что оно продемонстрировало наличие многих сложностей в решении, казалось бы, очень простой задачи – определении возрастных нормативов по остроте зрения. Часть относящихся к этому проблем рассмотрена в недавно изданной коллективной монографии специалистов петербургской школы (Бондарко и др., 1999). Исследования этих авторов касались в основном теоретических вопросов работы зрительной системы на пределе разрешения, а также закономерностей развития зрения в раннем онтогенезе и у детей дошкольного возраста. Даже неспециалисту понятны трудности работы с маленькими детьми, и каждый может оценить изобретательность авторов и важность полученных ими результатов. Однако, как показала наша работа, и в работе со старшими детьми остается еще немало осложняющих обстоятельств. Главными из них являются

увеличивающаяся год от года неоднородность контингента детей и множественность факторов, оказывающих влияние на развитие разных звеньев зрительной системы. Возможно, в целый ряд вопросов удастся внести ясность, формируя более однородные группы детей по определенным критериям и проводя однотипные измерения в различных условиях. Это утверждение можно проиллюстрировать данными из отчета американских исследователей по скрининговой проверке зрения 7119 детей 6–11 лет в 1963–1965 гг. В качестве оптотипов использовались буквы и кольца Ландольта (Roberts, Duyan, 1972). На рис. 7 представлены данные по количеству детей с условно нормальным дальним и близким зрением (острота зрения 1.0 и выше), полученные на разных подгруппах детей. Видно, что соответствующие кривые демонстрируют общие тенденции, и различия. Сопоставляя такие кривые, можно более надежно вычленить влияние интересующих факторов, ориентируясь на устойчивость и изменчивость формы характерных информативных участков.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 01-04-49484).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бондарко В.М., Данилова М.В., Красильников Н.Н., Леушина Л.И., Невская А.А., Шелепин Ю.Е. Пространственное зрение. СПб.: Наука, 1999. 218 с.
- Rozhkova G.I., Tokareva V.S., Vaschenko D.I., Vasiljeva N.N. Binocular visual acuity // Physiology of vision (Handbook of physiology). M.: Nauka, 1992. C. 586–664.**
- Rozhkova G.I., Tokareva V.S., Vaschenko D.I., Vasiljeva N.N. Age dynamics of visual acuity in schoolchildren. I. Binocular visual acuity // Sensors. 2001. T. 15. № 1. C. 47–52.**
- Rozhkova G.I., Tokareva V.S., Vaschenko D.I., Grombokova I.E., Semykina E.B. Age dynamics of visual acuity in schoolchildren. II. Binocular visual acuity for different distances // Sensors. 2001. T. 15. № 3. C. 266–275.**
- Sergienko N.M. Oftalmologicheskaya optika. M.: Meditsina, 1991. 144 c.**
- Utexin Yu.A. Yavlenie dinamicheskoy dubly-fiksatsii pri binokulyarnom zrenii // Sensors. 1999. T. 13. № 2. C. 170–173.**
- Fremlin H. How stereoscopic vision evolved // New Sci. 1972. Oct. 5. P. 26–28.**
- Jones R.K., Lee D.N. Why the two eyes are better than one: The two views of binocular vision // J. Exp. Psychol. 1981. V. 7, № 1. P. 30–40.**
- Le Grand Y., El Hage S.G. Physiological optics. Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1980. 338 p.**
- Roberts J., Duyan K.R. Binocular visual acuity of children: Demographic and socioeconomic characteristics // Vital and Health Statistics. Washington: U. S. Government Printing Office, PHS Pub. № 1000, 1972. Ser. 11. № 112. P. 1–12.**
- Age Dynamics of Visual Acuity in Schoolchildren.**
- III. Relationship of Monocular and Binocular Estimates**
- G. I. Rozhkova, V. S. Tokareva¹, H. I. Rodionova, D. I. Vaschenko², N. N. Vasiljeva³**
- Institute of Information Transmission Problems, Russian Academy of Sciences, B. Karetnyi per., 19, 101447 Moscow;*
- ¹*Research Institute of Higher Education, 3-Kabel'naya ul., 1, 111024 Moscow*
- ²*Moscow Pedagogical State University, M. Pirogovskaya ul., 1, 119882 Moscow*
- ³*Chuvash State Pedagogical Institute, K. Marks ul., 38, 428000 Cheboksary, Russia*

Monocular and binocular estimates of visual acuity (MVA and BVA) obtained both at far (5 m) and near (0.5 m) distance have been compared in schoolchildren aged 6.5–16.5 yr. It has been found that, as concerns far vision, the age dynamics of MVA corresponds rather well to the dynamics of BVA described in the first paper of this series (Rozhkova et al., 2001a), the average value of the ratio BVA/MVA (B/M) being slightly dependent on age and varying in the range 1.08–1.17. At the same time, as concerns near vision, the age dynamics of MVA appeared to differ markedly from the dynamics of corresponding BVA described earlier (Rozhkova, 2001b). In particular, at the end of the primary school period, the histograms of MVA revealed a peak in the area of moderately lowered visual acuity (0.6) that was absent in the histograms of BVA. Such difference indicates that, in the part of children whose MVA decreases in the primary school, near vision could function normally due to significant contribution of binocular mechanisms. At the age of 9–11 yr, even average values of B/M exceeded 1.3 and, in some children, B/M reached the value of 2.0. As a rule, the high values of B/M were characteristic of children with lowered MVA but sometimes could be also found in children with MVA > 1.6. In near vision, the calculated correlation between B/M and MVA appeared to be equal –0.46 for total data and –0.6 for the data related to the age group of 9–10 yr. In far vision, correlation indexes were significantly lower: –0.26 and –0.32, respectively. Both in far and in near vision, MVA histograms obtained for left and right eyes separately did not differ significantly in the whole age interval studied. In all age groups, the amount of children with identical left and right values of MVA constituted about a half – approximately 50% and 60% according to the estimates of far and near vision, respectively. The number of children with essential interocular differences (exceeding 0.2) was largest in adolescent age.

Key words: physiological optics, binocular vision, monocular vision, near visual acuity, far visual acuity, age dynamics, myopia in schoolchildren.