



# ХАРАКТЕРИСТИКИ МУЗЫКАЛЬНОГО ИСПОЛНЕНИЯ И ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ЧТЕНИИ С ЛИСТА У ПИАНИСТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСОБЕННОСТЕЙ МУЗЫКАЛЬНОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ

**ТЕРЕЩЕНКО Л.В.\***, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия,  
e-mail: lter@mail.ru

**БОЙКО Л.А.\*\***, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия,  
e-mail: lboyko.neurobio@yandex.ru

**ИВАНЧЕНКО Д.К.\*\*\***, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия,  
e-mail: dariaiivanchenko@yandex.ru

**ЗАДНЕПРОВСКАЯ Г.В.\*\*\*\***, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия,  
e-mail: z\_galina@bk.ru

**ЛАТАНОВ А.В.\*\*\*\*\***, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия,  
e-mail: latanov@neurobiology.ru

Исследованы базовые характеристики музыкального воспроизведения при чтении с листа трех двухстрочных подборок классических произведений разного склада и сложности – двухголосного полифонического произведения, темы и вариации гомофонно-гармонического произведения. Темп воспроизведения и количество ошибок зависели от специфики музыкального текста. Данные характеристики являются объективными показателями как навыка чтения с листа у музыкантов, так и сложности музыкальных произведений. С использованием оригинальной методики регистрации движений глаз без фиксации головы исследована зрительно-моторная задержка – время от момента прочтения музыкального текста до его воспроизведения. По нашим данным, зрительно-моторная задержка зависела от специфики исполняемого произведения, обратно коррелировала с количеством

## Для цитаты:

Терещенко Л.В., Бойко Л.А., Иванченко Д.К., Заднепровская Г.В., Латанов А.В. Характеристики музыкального исполнения и зрительно-моторного взаимодействия при чтении с листа у пианистов в зависимости от особенностей музыкального произведения // Экспериментальная психология. 2017. Т. 10. № 2. С. 40–53. doi:10.17759/exppsy.2017100204

\* Терещенко Л.В. Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. E-mail: lter@mail.ru

\*\* Бойко Л.А. Студентка, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. E-mail: lboyko.neurobio@yandex.ru

\*\*\* Иванченко Д.К. Студентка, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. E-mail: dariaiivanchenko@yandex.ru

\*\*\*\* Заднепровская Г.В. Кандидат искусствоведения, заведующая кафедрой музыкального искусства факультета искусств, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. E-mail: z\_galina@bk.ru

\*\*\*\*\* Латанов А.В. Доктор биологических наук, заведующий кафедрой высшей нервной деятельности биологического факультета, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. E-mail: latanov@neurobiology.ru



ошибок и прямо коррелировала со стабильностью темпа при исполнении. Данный параметр также является объективным показателем навыка чтения с листа, связан со сложностью музыкального произведения и, предположительно, характеризует объем рабочей памяти музыкантов.

**Ключевые слова:** чтение с листа, айтрекинг, движения глаз, зрительно-моторная задержка.

## Введение

Игра на музыкальном инструменте является сложным видом деятельности человека, которая включает многоуровневый комплекс физиологических и когнитивных процессов. На физиологическом уровне в эту деятельность вовлекаются слуховая, зрительная, тактильная и проприоцептивная сенсорные системы. Во время игры на инструменте пианисты воспроизводят сложные скоординированные паттерны движений рук и ног, зрительно-моторные паттерны движений глаз (ДГ) при чтении нот, а также выполняют движения головой и корпусом. Чтение музыкального текста включает процессы зрительного внимания при выборе и распознавании как единичных знаков (нот и других знаков музыкальной нотации), так и сложных паттернов (аккордов, ритмических моделей), сенсорную и рабочую память зрительной и слуховой модальностей, музыкально ориентированную кинестетическую память, сохраняющую двигательные паттерны. При мануальном воспроизведении распознанных знаков музыкальной нотации происходит трансформация рабочей зрительной памяти в кинетические паттерны (автоматизированные двигательные навыки, или «кинестетические мелодии», по А.Р. Лурия (Лурия, 1962)).

Все эти процессы реализуются в скоординированном выполнении зрительно-моторной деятельности глаз и рук. Таким образом, анализ характеристик ДГ при чтении музыкального текста с листа, прямо или косвенно отражающих перечисленные процессы, открывает перспективу количественного физиологического исследования такого сложного навыка.

При чтении с листа пианист впервые воспроизводит ранее незнакомый ему музыкальный текст. Это позволяет задавать определенный объем и структуру новой зрительной информации, предъявляемой пианисту для исполнения. При чтении с листа появляется возможность исключить трудно учитываемый индивидуальный фактор выученности музыкального произведения из процесса игры на музыкальном инструменте. К тому же процесс восприятия зрительной информации в виде чтения нотного текста позволяет привлечь к работе большой объем накопленных знаний из смежной области чтения вербальных текстов, что облегчает разработку методических подходов к изучению такого сложного вида деятельности человека.

## Музыкальный аспект чтения нот с листа

Чтение с листа – это исполнение незнакомой пьесы в темпе и характере, задуманном композитором, без предварительного фрагментарного проигрывания. Такое исполнение должно быть непрерывным, с осмысленной фразировкой и с выполнением всех авторских указаний. При развитом навыке чтения с листа тесно взаимодействуют зрение, слух, моторика с активным участием внимания, памяти, интуиции и творческого воображения исполнителя (Карачарова, 2006; Попова, 2015).

Приходится признать, что пианисты, обучаясь в начальных и средних учебных музыкальных заведениях (школе, колледже), далеко не всегда овладевают языком фортепи-



анной музыки с необходимой полнотой. Происходит это по той причине, что накопление опыта протекает во многом стихийно, вне строго продуманной системы. В итоге нередко остаются пробелы в исполнительском навыке. Таким образом, одна из задач начального обучения сводится к тому, чтобы довести систему «зрение–слух–моторика» почти до автоматизма (Там же).

Текст фортепианной музыки имеет как горизонтальное, так и вертикальное измерение. Наблюдения и экспериментальные данные показывают, что охват текста по горизонтали дается более легко в связи с привычкой читать словесный текст. Но у пианиста задача куда более сложная, так как он должен охватить взглядом сразу две строки, а иногда и более (трех и даже четырехстрочная запись фортепианной музыки встречается у Ф. Листа, С.В. Рахманинова, К. Дебюсси и других композиторов, а также в партитуре ансамблевых произведений).

Для результативного чтения с листа необходимо научиться структурировать музыкальную речь, т. е. расчленять ее на синтаксические единицы, являющиеся носителями определенного смысла (Там же). Понимание логики развития музыкальной мысли позволяет предугадывать, что последует дальше, существенно облегчая процесс чтения с листа. Второй составляющей сложного навыка чтения с листа является двигательное воплощение того, что играющий прочитывает в нотной записи (Там же). Успех здесь обеспечивают следующие три момента:

- 1) развитая моторика пальцев и основные двигательные паттерны;
- 2) умение применить при чтении рациональную аппликатуру (способ расположения и порядок чередования пальцев при игре на музыкальном инструменте);
- 3) уверенная осязательная ориентировка на клавиатуре предполагает способность играть, не глядя на руки (клавиатуру), что, в свою очередь, требует ясного представления топографии клавиатуры.

Наше исследование ставит своей целью раскрыть физиологические и когнитивные процессы, вовлеченные в процесс чтения с листа, а его результаты могут быть востребованы в музыкальной образовательной практике для количественной объективной оценки профессиональных навыков музыкантов.

### **Научный аспект чтения нот с листа**

Фортепианные ноты представляют собой сложный набор знаков, который сочетает в себе довольно много факторов, оказывающих влияние на характер ДГ при их чтении. В первую очередь, глазодвигательная деятельность зависит от сложности музыкального произведения, которая, по мнению Т. Саутера (Souter, 2001), определяется следующим: 1) визуальная сложность музыкального текста; 2) сложность перевода визуальной информации в двигательную активность, которая определяется опытом музыканта; 3) сложность выполнения двигательных команд, которая состоит в определенном расположении пальцев на клавиатуре и тонком управлении всеми мышцами рук.

Уже давно ученые исследуют ДГ в различных аспектах деятельности человека. Так, проведено много исследований по чтению вербального текста в разных языках, и эта область изучена достаточно основательно (Rayner et al., 2005). Но сравнительно мало работ проведено по чтению музыкального текста. Было обнаружено, что, как при чтении вербального текста вслух (Levin et al., 1970), так и при чтении нотного текста с листа с одновременным воспроизведением (Goolsby, 1994; Sloboda, 1974; Truitt et al., 1997; Weaver, 1943) по-



ложения зрительных фиксаций глаз в нотах опережают воспроизводимое место (рис. 1). На основе этого феномена был введен параметр, оценивающий задержку от момента прочтения текста до его воспроизведения – **зрительно-моторная задержка** (ЗМЗ, англ. – *eye-hand span*). От момента фиксации глаза на знаке до момента его воспроизведения происходит ряд физиологических и когнитивных процессов: зрительная система должна воспринять и расшифровать зрительную информацию (на эти процессы необходимо время); далее должно произойти формирование и выполнение моторного комплекса движений, которое также занимает некоторое время. Таким образом, формируется временная задержка между точкой фиксации взора на нотной записи и исполняемой нотой (Souter, 2001). ЗМЗ можно измерять либо количеством знаков между читаемой и воспроизводимой нотами, либо временем от окончания фиксации до момента воспроизведения ноты.



Рис. 1. Схематичное представление ЗМЗ (двойная стрелка), которая представлена отрезком между моментом текущей фиксации взора на нотной записи (точка взора) и моментом воспроизведения предыдущих прочитанных нотных знаков (место исполнения) (с модификациями по: Souter, 2001)

Дж. Слобода (Sloboda, 1974) применил методику «гаснущего экрана» для изучения ЗМЗ. В экспериментах музыканту на экране монитора показывали одноголосные ноты, через некоторое время, известное только экспериментатору, экран гасили, а музыкант продолжал играть. После чего оценивали, сколько нот после выключения экрана он воспроизвел правильно. Наиболее простой измеряемый параметр – количество ошибок (неправильно сыгранные ноты), сделанные за время воспроизведения. Ошибки хорошо коррелируют с навыком чтения испытуемого: у самого опытного музыканта ЗМЗ составляла 6–8 нот, и он сделал 3 ошибки, у наименее опытного музыканта ЗМЗ составляла 3–8 нот, и им было сделано 73 ошибки (Sloboda, 1974).

Для определения ЗМЗ также была применена методика «движущейся рамки», когда на экране показывали определенное количество нот до и после исполняемой; при воспроизведении этой ноты рамка сдвигалась на одну ноту вперед (Truitt et al., 1997). С использованием этой методики была выявлена зависимость параметров ДГ от количества нот после исполняемой: у опытных музыкантов с увеличением рамки уменьшалась длительность фиксаций, а ЗМЗ и амплитуда саккад увеличивались. Также результаты исследования показали, что даже опытные музыканты большее количество времени читают на 1–2 ноты вперед, хотя максимально возможное количество нот, опережающих воспроизводимую, может достигать семи (Truitt et al., 1997).

В исследовании особенностей чтения музыкантами двустрочных нот было показано значительное варьирование ЗМЗ во время чтения, однако оно не превышает 8 нот (Weaver,



1943), а текст, написанный аккордами по три ноты, музыканты читают на один аккорд вперед (Young, 1971).

Позднее было отмечено, что ЗМЗ имеет два компонента: один связан с обработкой зрительной информации, получаемой через фовеальную часть, а другой – с обработкой информации, получаемой через парафовеальную часть сетчатки (Kinsler et al., 1995). За счет этого профессиональные пианисты при чтении нот с листа иногда объединяют несколько нот в один знак (чаще в пассажах), и поэтому в буфере рабочей памяти может удерживаться больше информации (Furneaux et al., 1999).

В техническом аспекте в экспериментах по регистрации ДГ при чтении музыкального текста основной проблемой явились способы стабилизации головы во время проведения эксперимента. Одни исследователи использовали тяжелый мотоциклетный шлем, на который прикрепляли видеокамеру для регистрации ДГ (Halverson, 1974; Young, 1971), другие неподвижно закрепляли голову с помощью подбородного фиксатора (Goolsby, 1994; Smith, 1988). В более поздних исследованиях применяли легкие по весу и совершенные по качеству видеоокулографы (Chang, 1993; Polanka, 1995). Помимо движений головы при игре на музыкальном инструменте пианист совершает движения руками и торсом, что вносит дополнительные сложности при регистрации ДГ. Еще одна проблема, с которой столкнулись многие исследователи, заключается в том, что музыкант совершает саккады на руки во время чтения с листа, и в этот момент происходит потеря сигнала. У неопытных музыкантов отмечены более частые саккады, совершаемые на руки, чем у их более опытных коллег (Souter, 2001).

К настоящему времени литература по характеристикам исполнения и по ДГ при чтении с листа достаточно ограничена. Также нам не известны работы, в которых ДГ регистрировали без ограничений естественной подвижности пианистов. Во всех указанных выше исследованиях регистрацию ДГ проводили при фиксации головы, что неизбежно влияло на исполнение читаемого музыкального текста. В связи с этим в нашей работе мы поставили цель исследовать характеристики исполнения с синхронной регистрацией ДГ при чтении с листа подборок произведений различного склада в естественных для пианистов условиях без фиксации головы.

## Материалы и методы

В исследовании участвовали 16 студентов (9 мужчин и 7 женщин в возрасте 19–23 лет) Московской государственной консерватории имени П.И. Чайковского по классу фортепиано. Музыкантам предлагали для чтения с листа по одному развороту нот (2 страницы) трех музыкальных подборок разного склада и сложности: 1) Маленькую прелюдию И.С. Баха *ре* минор, двухголосное полифоническое произведение; 2) тему арии «Es war einmal ein alter Mann» из оперы «Das rothe Käppchen»; 3) первую вариацию из 13 вариаций Л. Бетховена для фортепиано на тему этой арии, произведение гомофонно-гармонического склада. На рис. 2 представлены двухстрочные подборки каждого произведения. Такие двухстрочные фрагменты называют фортепианной строкой, включающей две строки для верхнего и нижнего регистров (для правой и левой рук соответственно), объединенные аккордовой (фигурной скобкой слева) для исполнения двумя руками.

Произведение 1 включало две страницы по пять фортепианных строк шириной 28 мм с минимальным расстоянием между нотами 6 мм, содержательность фрагмента – 488 знаков (ноты, знаки альтерации, паузы) в 47 тактах (рис. 2.1). Произведение 2 содержит преимущественно восьмые ноты (ноты длительностью 1/8), на двух страницах по пять фортепиан-



ных строк шириной 23 мм с минимальным расстоянием между нотами 4 мм, содержательность – 373 знака в 38 тактах (рис. 2.2). В произведении 3 преобладают шестнадцатые ноты (ноты длительностью 1/16), на двух страницах по семь фортепианных строк шириной 20 мм с минимальным расстоянием между нотами 3 мм, содержательность – 465 знаков в 38 тактах (рис. 2.3). Помимо мелкого шрифта нот этот фрагмент содержит достаточно много знаков альтерации, которые несут дополнительную информацию для исполнения нотного текста.



Рис. 2. Примеры фортепианных строк из произведений, использованных в экспериментах. Нумерация фрагментов соответствует нумерации произведений (см. выше)

Музыканты выполняли задание на кабинетном рояле фирмы YAMAHA. Расстояние от клавиатуры до попитра составляло 28 см, расстояние от глаз до нот незначительно варьировалось во время игры и составляло в среднем около 50 см.

Регистрацию ДГ при чтении нотного текста осуществляли с использованием портативного видеоокулографа Arrington (Scene Camera Option, Arrington Research, Inc., USA) с частотой 30 Гц без ограничений подвижности пианиста. Такие условия регистрации ДГ в эксперименте не ограничивали привычную позу пианистов при исполнении музыкального материала.

В условиях свободной подвижности пианистов возникает проблема смещения их головы относительно нот, и для расчета реального положения взора необходимо совместить две системы координат: положение взора относительно нот и положение нот относительно головы. Для решения данной проблемы было разработано оригинальное программное обеспечение (автор Л.В. Терещенко) для преобразования координат взора относительно нот с учетом движений головы. На рис. 3 приведен пример траектории взора без учета движений головы и после преобразования координат взора с учетом движений головы.

Воспроизведение прочитанного музыкального текста регистрировали профессиональным диктофоном Olympus LS-5 и обрабатывали с использованием программы Acoustica Basic Edition 6.0.



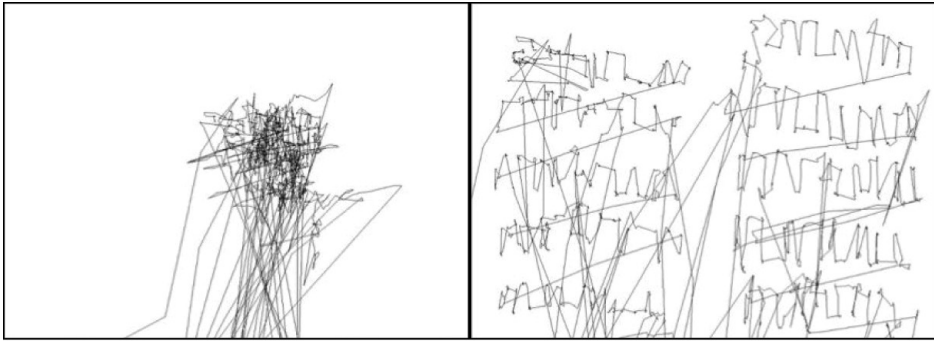


Рис. 3. Траектория ДГ до преобразования координат взгляда (слева) и после (справа)

## Результаты

### *Характеристики воспроизведения музыкального текста при чтении с листа*

Исследование процесса чтения с листа должно включать в себя анализ самого результата изучаемого процесса, а именно, звучания исполняемого музыкального текста. Помимо художественных и эмоциональных характеристик, являющихся субъективными, музыкальное звучание может быть охарактеризовано такими объективными показателями, как темп, взятый исполнителем, стабильность поддержания выбранного темпа при чтении всего фрагмента произведения, а также количество ошибок, допущенных при чтении музыкального текста. Количество ошибок определялось специалистом по результатам экспертной оценки на слух.

В музыке *темп* – это единица отсчета времени, традиционно измеряемая метрономом (Красинская и др., 1991) как количество ударов в минуту (уд./мин); время между двумя ударами равняется длительности ноты размерностью  $\frac{1}{4}$ . Поскольку предъявляемые для чтения произведения имеют разный тактовый размер, вычисление темпа для каждого такта произведения производили по формуле:

$$V_i = (m \cdot 60) / X_i$$

где  $V_i$  – темп (уд./мин),  $m$  – количество четвертей в такте произведения,  $X_i$  – длительность воспроизведения соответствующего одного такта (с).

Показатель темпа для каждого испытуемого определяли как среднее значение величины темпа по всем тактам при исполнении определенного произведения.

Методом непараметрического дисперсионного факторного анализа (по критерию Краскела–Уоллеса) выявлено статистически значимое влияние на показатель темпа игры фактора специфики музыкального произведения ( $H_2 = 27,31; p < 0,001$ ), в то время как влияние фактора «испытуемый», определяющего межиндивидуальные различия, оказалось статистически недостоверным ( $H_{15} = 13,19; p < 0,59$ ). Исходя из результатов дисперсионного анализа, мы провели парные сравнения и выявили статистически достоверные различия между темпом исполнения трех произведений (рис. 4).

Вариабельность темпа игры между тактами произведения характеризует *стабильность поддержания выбранного темпа*: меньший разброс величины темпа игры по тактам соответствует более высокой стабильности музыкального воспроизведения, и наоборот. Показатель стабильности для каждого исполнения испытуемыми произведения определяли как обратную величину от стандартного отклонения длительностей исполнения тактов произведения.

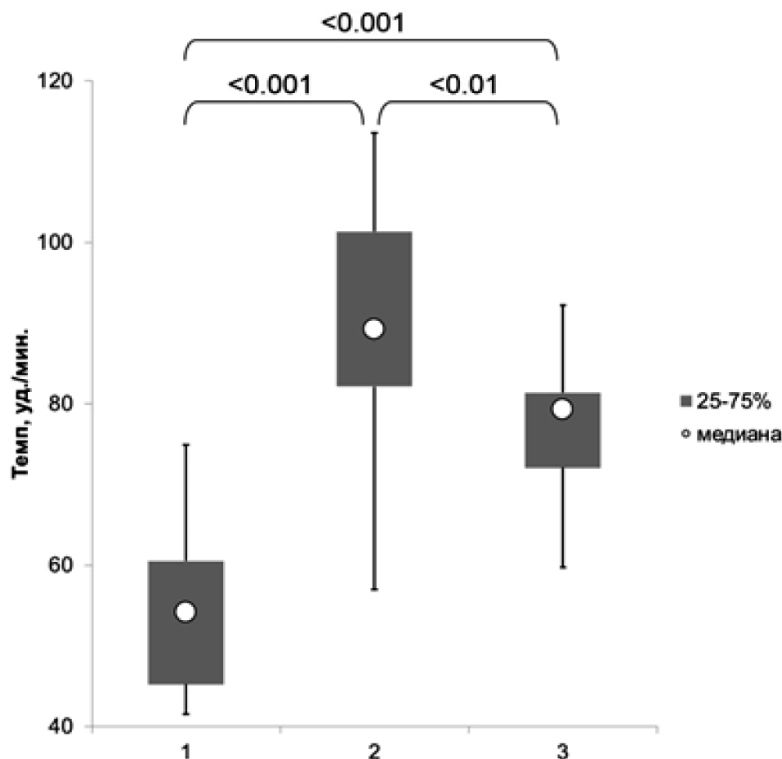


Рис. 4. Медианы показателя темпа игры у 16 музыкантов при исполнении трех произведений. Уровень значимости статистических различий ( $p$ ) оценивали по критерию Манна–Уитни. Обозначения произведений приведены выше в тексте

Соответственно, чем ближе исполнение произведения к идеальному с равной длительностью каждого такта, тем выше стабильность поддержания темпа. Методом непараметрического факторного анализа мы не выявили статистически достоверного влияния на стабильность темпа фактора специфики музыкального произведения ( $H_2 = 3,25; p < 0,197$ ), но влияние фактора «испытуемый» оказалось высоко достоверным ( $H_{15} = 32,32; p < 0,006$ ).

Количество *ошибок* музыкального исполнения было пронормировано на 100 знаков произведения, поскольку все фрагменты включали в себя разный объем нотных знаков (рис. 5).

Методом непараметрического факторного анализа выявлено статистически достоверное влияние на количество ошибок фактора специфики музыкального произведения ( $H_2 = 12,65; p < 0,002$ ), в то время как влияние фактора «испытуемый» оказалось квазидостоверным ( $H_{15} = 23,18; p < 0,09$ ).

### **Зрительно-моторная задержка**

Данные о положении глаза при чтении нот и о воспроизведении уже прочитанных нот позволяют исследовать показатель ЗМЗ. ЗМЗ определяли однократно для каждой из последовательных фортепианных строк произведения в момент перевода взора на следующую фортепианную строку. Итоговый показатель ЗМЗ для каждого испытуемого при исполнении каждого произведения определяли как средний для всех фортепианных строк



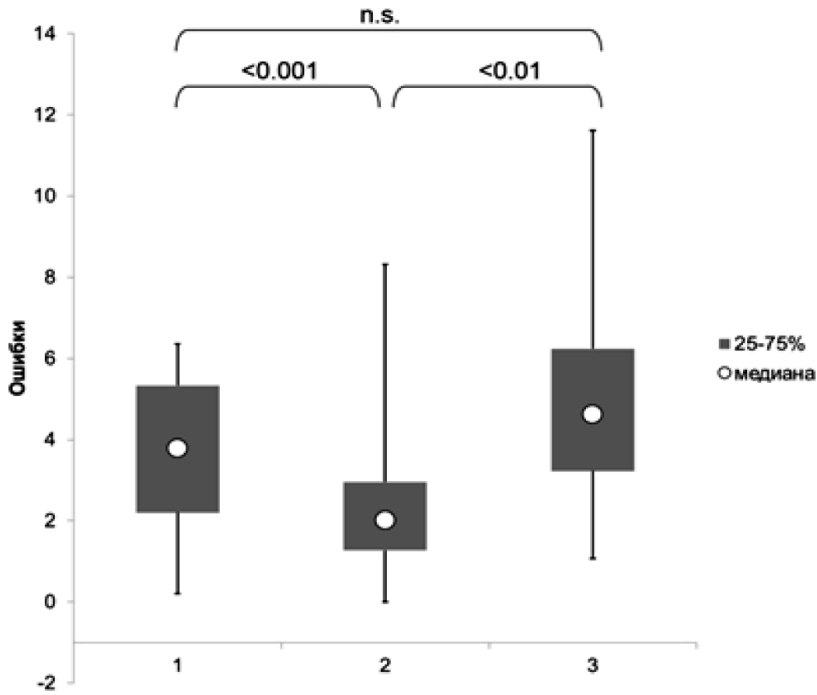


Рис. 5. Медианы нормированной ошибки у 16 музыкантов при исполнении трех произведений. Обозначения – как на рис. 3.; n.s. – отсутствие различий (англ. – *non-significant*)

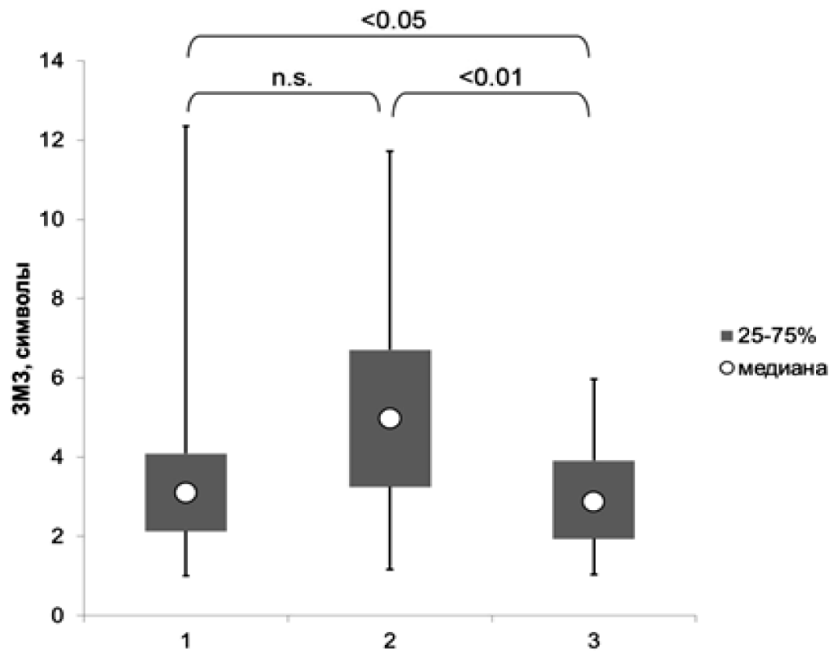


Рис. 6. Медианы ЗМЗ у 16 музыкантов при исполнении трех произведений. Обозначения аналогичны обозначениям на рис. 3 и 4



данного произведения. На рис. 6 представлены усредненные по всем испытуемым значения ЗМЗ (в нотных символах) для трех музыкальных текстов, а на рис. 7 показано распределение величин ЗМЗ.

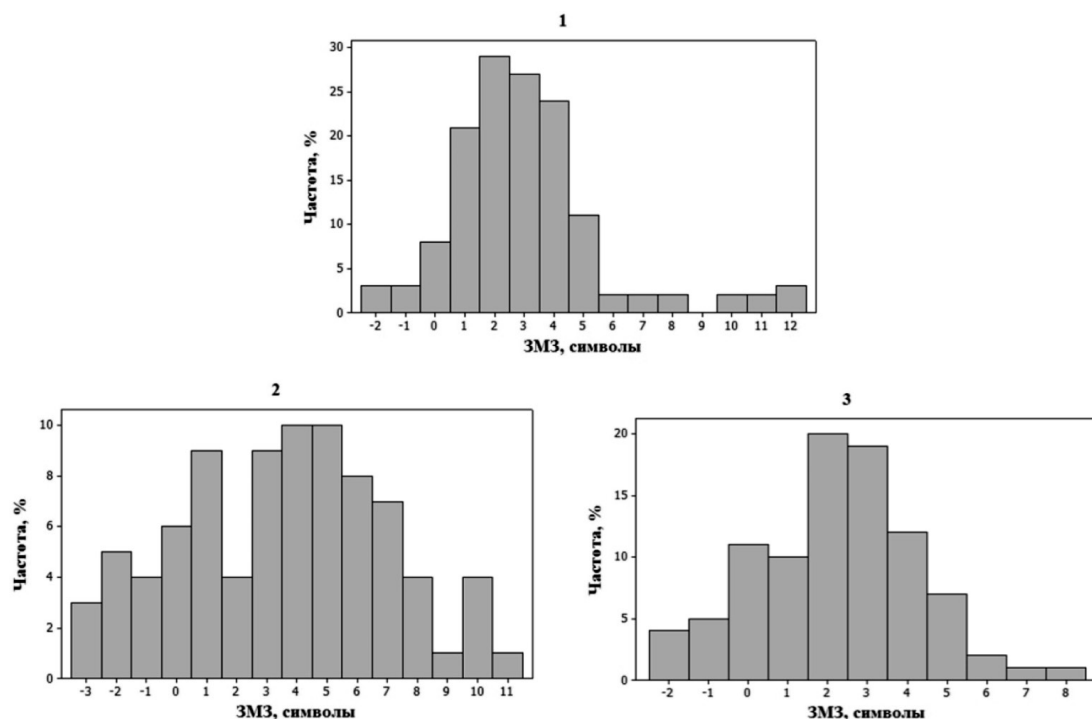


Рис. 7. Частотное распределение величин ЗМЗ у 16 музыкантов при исполнении трех произведений (отмечены цифрами над графиками)

По модели параметрического двухфакторного дисперсионного анализа (two-way ANOVA) выявлено достоверное влияние на величину ЗМЗ как фактора специфики музыкального произведения ( $F_{1,285} = 17,48; p < 0,001$ ), так и фактора «испытуемый» ( $F_{2,15,285} = 15,57; p < 0,001$ ).

Нами выявлена достоверная обратная корреляция ( $r = -0,442; p < 0,01$ ) между величиной ЗМЗ и количеством ошибок при чтении с листа (пропуском или неправильно сыгранной нотой) – объективными показателями, характеризующими качество игры с листа. Можно предположить, что чем больший фрагмент текста пианист может удержать в своей рабочей памяти, тем легче и правильнее он читает фрагмент с листа. Также выявлена положительная корреляция между ЗМЗ и стабильностью темпа ( $r = 0,37; p < 0,034$ ).

## Обсуждение

Фактор специфики музыкального произведения оказывает влияние на все исследованные характеристики его исполнения кроме стабильности поддержания темпа. Комплексный анализ характеристик воспроизведения музыкального текста при чтении с листа предоставляет возможность ранжировать музыкальные подборки по их субъективной сложности для исполнения. Исходя из того, что более сложное про-



изведение исполняется с большим количеством ошибок, а также, при прочих равных условиях, в более медленном темпе (Souter, 2001) и с меньшей стабильностью воспроизведения, самым сложным из исследованных нами подборок является произведение 3 («Бетховен – вариация»), а произведение 2 («Бетховен – тема») – самым легким для исполнения.

Параметр стабильности поддержания выбранного темпа, в котором проявилось достоверное влияние фактора «испытуемый», в сочетании с количеством совершаемых ошибок, предположительно может отражать уровень навыка чтения с листа у музыкантов.

По нашим результатам, при чтении с листа легкого музыкального текста ЗМЗ максимальна, и наоборот. Важно отметить, что ЗМЗ – динамичный параметр, изменяющийся на протяжении всего исполнения. Как уже было отмечено выше, ЗМЗ коррелирует с ошибками при исполнении, поэтому логично предположить, что в местах усложнения нотного текста пианист более детально читает ноты (совершает больше фиксаций) и величина ЗМЗ падает. А пока пианист исполняет легкий для чтения фрагмент, он может совершить больше опережающих саккад для чтения, и тогда величина ЗМЗ возрастает. Таким образом, в нашем исследовании параметр ЗМЗ значительно варьировался как у каждого пианиста, так и между пианистами от трех до четырнадцати знаков (рис. 7), что согласуется с данными других работ, полученными в экспериментах с профессиональными музыкантами при чтении ими однострочных нот: ЗМЗ варьировалась в диапазоне от двух до двенадцати знаков (Truitt et al., 1997). Но наиболее частая величина ЗМЗ в нашем исследовании составляла 2–3 знака, что несколько больше результата, полученного при чтении однострочных нот в другом исследовании – 1–2 знака (Truitt et al., 1997). Следовательно, ЗМЗ величиной 2–3 знака является оптимальной при чтении двухстрочных нот. При меньшей величине ЗМЗ ухудшается качество исполнения из-за замедления процесса перевода зрительной информации в моторный ответ, а удержание в рабочей памяти большого количества сменяющихся наборов знаков представляется для пианиста более затруднительным при данном виде деятельности.

Полученные результаты позволяют предположить, что показатель ЗМЗ может отражать сложность читаемого в данный момент фрагмента произведения. Для проверки этого предположения необходим эксперимент с возможностью изучения взаимосвязи ЗМЗ и совершаемых ошибок с большим временным разрешением (например, на уровне такта музыкального произведения или даже отдельных нот).

## Выводы

1. Специфика музыкального произведения оказывает влияние на все исследованные характеристики его исполнения кроме стабильности поддержания темпа.
2. Комплексный анализ характеристик воспроизведения музыкального текста при чтении с листа предоставляет возможность ранжировать музыкальные подборки по их объективной сложности для исполнения. Исследованные количественные характеристики могут быть использованы в качестве объективных средств для оценки навыка чтения с листа у музыкантов в дополнение к субъективным экспертным оценкам.
3. Полученные в нашем исследовании результаты оценки ЗМЗ хорошо согласуются с литературными данными, в особенности с учетом большей сложности для чтения использованных в нашей работе двухстрочных нот по сравнению с однострочными. Величина



ЗМЗ может использоваться как показатель «моментальной» сложности читаемого нотного фрагмента.

#### *Финансирование*

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект №16-08-01082).

#### *Благодарности*

Авторы благодарят за помощь в организации исследования консультанта в области музыковедения, кандидата искусствоведения, доцента кафедры зарубежной музыки Московской государственной консерватории имени П.И. Чайковского А.А. Филиппова.

#### *Литература*

1. *Карацарова Т.И.* Обучение игре с листа на основе активизации целостного процесса восприятия и озвучивания нотного текста: автореф. дисс. ... канд. пед. наук [Электронный ресурс]. Елец, 2006. 156 с. URL: <http://www.dissercat.com/content/obuchenie-igre-s-lista-na-osnove-aktivizatsii-tselostnogo-protsessa-voopriyatiya-i-ozvuchiva> (дата обращения: 07.02.2017).
2. *Красинская Л.Э., Уткин В.Ф.* Элементарная теория музыки. 4-е изд., доп. М.: Музыка, 1991. 334 с.
3. *Лурия А.Р.* Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. М.: Изд-во Московского университета, 1962. 432 с.
4. *Попова К.А.* Формирование и развитие навыка чтения нотного текста с листа в классе фортепиано // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2015. № 6. С. 76–80.
5. *Chang S.* A study of eye movement during sight reading of selected piano compositions. Ph. D. Teachers College, Columbia University, 1993.
6. *Furneaux S., Land M.F.* The effects of skill on the eye-hand span during musical sight reading // Proceedings of the Royal Society of London B. 1999. Vol. 266. № 1436. P. 2435–2440.
7. *Goolsby T.W.* Eye movement in music reading: effects of reading ability, notational complexity, and encounters // Music Perception. 1994. Vol. 12. № 1. P. 77–96.
8. *Halverson D.* A biometric analysis of eye movement patterns of sight singers. Ph. D. Ohio State University, 1974.
9. *Kinsler V., Carpenter R.H.S.* Saccadic eye movement while reading music // Vision Research. 1995. Vol. 35. № 10. P. 1447–1458.
10. *Levin H., Kaplan E.A.* Grammatical structure and reading // Basic studies on reading / Eds. H. Levin, J.P. Williams. N.Y.: Publ. Basic Books, 1970.
11. *Polanka M.* Research note: factors affecting eye movements during the reading of short melodies // Psychology of Music. 1995. Vol. 23. № 2. P. 177–183.
12. *Rayner K., Pollatsek J., Alexander B.* Eye movements during reading // The science of reading: A handbook / Eds. M. J. Snowling, Ch. Hulme. Publ. Blackwell Publishing, 2005. P. 79–97.
13. *Sloboda J.A.* The eye-hand span: an approach to the study of sight-reading // Psychology of Music. 1974. Vol. 2. № 2. P. 4–10.
14. *Smith D.J.* An investigation of the effects of varying temporal settings on eye movements while sight reading trumpet music and while reading language aloud. Ph. D. Pennsylvania State University, 1988.
15. *Souter T.* Eye movement and memory in the sight reading of keyboard music. Ph. D. University of Sydney, 2001.
16. *Truitt F.E., Clifton C., Pollatsek A., Rayner K.* The perceptual span and the eye–hand span in sight reading music // Visual cognition. 1997. Vol. 4. № 2. P. 143–161.
17. *Weaver H.E.* Studies of ocular behavior in music reading. I. A survey of visual processes in reading differently constructed musical selections // Psychology Monographs / Ed. J.F. Dashiell. 1943. Vol. 55. № 1. P. 1–30.
18. *Young L.J.* A study of the eye-movements and eye-hand temporal relationships of successful and unsuccessful piano sight-readers while piano sight-reading. Ph. D. Indiana University, 1971.



# CHARACTERISTICS OF MUSICAL PERFORMANCE AND VISUAL-MOTOR INTERACTION OF SIGHT-READING PERFORMANCE OF PIANISTS DEPENDING ON TEXTURE OF MUSICAL PIECES

**TERESHCHENKO L.V.\***, *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,*  
e-mail: lter@mail.ru

**BOYKO L.A.\*\***, *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,*  
e-mail: lboyko.neurobio@yandex.ru

**IVANCHENKO D.K.\*\*\***, *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,*  
e-mail: dariaiivanchenko@yandex.ru

**ZADNEPROVSKAYA G.V.\*\*\*\***, *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,*  
e-mail: z\_galina@bk.ru

**LATANOV A.V.\*\*\*\*\***, *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,*  
e-mail: latanov@neurobiology.ru

We studied the basic characteristics of the music playback while sight-reading of three two-line musical selections of classic music of different textures and complexity—two-voice polyphonic musical piece, the theme and variation of homophonic-harmonic musical piece. The tempo of play and the number of errors depend on the texture of a musical selection. These characteristics are objective indicators of the skill of sight-reading of musicians, and the complexity of musical selection. Using an original technique of eye movement recording without head fixation we studied eye-hand span—the time from reading the text to music playback. According to our data, eye-hand span is dependent on the texture of the performed musical piece, correlated inversely with the number of errors and directly correlated with the rate of stability in the performance. This parameter is also the objective measure of sight-reading ability, and is connected with the complexity of a musical piece and, presumably characterizes the working memory capacity of musicians.

**Keywords:** sight-reading, eyetracking, eye movements, eye-hand span.

---

## Funding

This study was supported by the Russian Foundation for Humanities (project №16-08-01082).

## For citation:

Tereshchenko L.V., Boyko L.A., Ivanchenko D.K., Zadneprovskaya G.V., Latanov A.V. Characteristics of musical performance and visual-motor interaction of sight-reading performance of pianists depending on texture of musical pieces. *Ekspierimental'naya psikhologiya = Experimental psychology (Russia)*, 2017, vol. 10, no. 2, pp. 40–53. doi:10.17759/exppsy.2017100204

\* *Tereshchenko L.V.* Ph.D, Senior Researcher, Lomonosov Moscow State University. E-mail: lter@mail.ru

\*\* *Boyko L.A.* Student, Lomonosov Moscow State University. E-mail: lboyko.neurobio@yandex.ru

\*\*\* *Ivanchenko D.K.* Student, Lomonosov Moscow State University. E-mail: dariaiivanchenko@yandex.ru

\*\*\*\* *Zadneprovskaya G.V.* Associate Professor, Head of Department of Musical Art, Faculty of Arts, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. E-mail: z\_galina@bk.ru

\*\*\*\*\* *Latanov A.V.* Professor, Head of Department of Higher Nervous Activity, Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University. E-mail: latanov@neurobiology.ru



### Acknowledgements

The authors thank the consultant in musicology, the associate professor of foreign music Department of the Moscow State Conservatory, Ph.D. Filippov A.A., for assistance in research organization.

### References

1. Chang S. *A study of eye movement during sight reading of selected piano compositions*. Ph.D. Teachers College, Columbia University, 1993.
2. Furneaux S., Land M.F. The effects of skill on the eye-hand span during musical sight reading. *Proceedings of the Royal Society of London B.*, 1999, vol. 266, no. 1436, pp. 2435–2440.
3. Goolsby T.W. Eye movement in music reading: effects of reading ability, notational complexity, and encounters. *Music Perception*, 1994, vol. 12, no. 1, pp. 77–96.
4. Halverson D. *A biometric analysis of eye movement patterns of sight singers*. Ph.D. Ohio State University, 1974.
5. Kinsler V., Carpenter R.H.S. Saccadic eye movement while reading music. *Vision Research*, 1995, vol. 35, no. 10, pp. 1447–1458.
6. Karacharova T.I. *Obuchenie igre s lista na osnove aktivizatsii tselostnogo protsessa vospriyatiya i ozvuchivaniya notnogo teksta: Avtoref. diss. ... kand. ped. nauk. [Learning of sight-playing on the basis of intensification of overall process of perception and sounding notes. Ph.D. (Pedagogical) Thesis]*. Elets, 2006. 156 p.
7. Krasinskaya L.E., Utkin V.F. *Elementarnaya teoriya muzyki. 4-e izd., dopolnennoe. [Elementary music theory. 4-th ed. suppl.]*. Moscow, Music Publ., 1991. 334 p. (In Russ.)
8. Levin H., Kaplan E.A. Grammatical structure and reading. In Levin H. and Williams J.P. (eds.), *Basic studies on reading*. N.Y.: Publ. Basic Books, 1970.
9. Luriya A.R. *Vysshie kortexnye funktsii cheloveka i ikh narusheniya pri lokal'nykh porazheniyakh mozga. [Higher cortical functions of man and their disturbances in local brain lesions]*. Moscow, Publ. Moscow University, 1962. 432 p.
10. Polanka M. Research note: factors affecting eye movements during the reading of short melodies. *Psychology of Music*, 1995, vol. 23, no. 2, pp. 177–183.
11. Popova K.A. Formirovanie i razvitie navyka chteniya notnogo teksta s lista v klasse fortepiano [Formation and development of the skill of sight-reading in a piano class]. *Nauchno-metodicheskiy elektronnyi zhurnal «Kontsept» [Scientific and methodical electronic journal “Concept”]*, 2015, no. 6, pp. 76–80.
12. Rayner K., Pollatsek J., Alexander B. Eye movements during reading. In Snowling M.J., Hulme Ch. (eds.). *The science of reading: A handbook*. Publ. Blackwell Publishg, 2005, pp. 79–97.
13. Sloboda J.A. The eye-hand span: an approach to the study of sight-reading. *Psychology of Music*, 1974, vol. 2, no. 2, pp. 4–10.
14. Smith D.J. *An investigation of the effects of varying temporal settings on eye movements while sight reading trumpet music and while reading language aloud*. Ph.D. Pennsylvania State University, 1988.
15. Souter T. *Eye movement and memory in the sight reading of keyboard music*. Ph.D. University of Sydney, 2001.
16. Truitt F.E., Clifton C., Pollatsek A., Rayner K. The perceptual span and the eye-hand span in sight reading music/ *Visual cognition*, 1997, vol. 4, no. 2, pp. 143–161.
17. Weaver H.E. Studies of ocular behavior in music reading. I. A survey of visual processes in reading differently constructed musical selections. In Dashiell J.F. (ed.), *Psychology Monographs*, 1943, vol. 55, no. 1, pp. 1–30.
18. Young L.J. *A study of the eye-movements and eye-hand temporal relationships of successful and unsuccessful piano sight-readers while piano sight-reading*. Ph.D. Indiana University. 1971.