



## Индивидуальная структура психофизиологических функций во взаимосвязи с соревновательной результативностью в паралимпийском спринте на примере атлетки высокой квалификации с нарушением зрения

Чайка Е.И.<sup>1</sup>, Козина Ж.Л.<sup>2</sup>, Коробейник В.А.<sup>2</sup>, Базылюк Т.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

<sup>2</sup>Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороды

<sup>3</sup>Киевский национальный университет технологий и дизайна

**Аннотация.** Цель работы – определить факторную структуру психофизиологических показателей во взаимосвязи с индивидуальной результативностью в легкоатлетическом спринте у атлетов высокой квалификации с нарушением зрения на примере элитной спортсменки. *Материал и методы.* В исследовании приняла участие спортсменка высокой квалификации, специализирующаяся в беге на короткие дистанции и прыжках в длину, чемпионка Европы по лёгкой атлетике 2010 года; призёр чемпионатов мира среди паралимпийцев и Паралимпийских игр среди спортсменов с нарушениями зрения (категория T12) 2016 года. Психофизиологическое тестирование спортсменки проходило в соответствующих оптических линзах. Были проанализированы индивидуальные особенности психофизиологического состояния и результаты в беге на короткие дистанции. Результаты в беге фиксировались на тренировках, а также на официальных и неофициальных соревнованиях. Всего проанализировано 36 результатов. За 1 день до старта фиксировались психофизиологические показатели с помощью компьютерной программы «Психодиагностика» и аналогичных программ для психофизиологического тестирования. *Результаты.* Выявлено, что у спортсменов с нарушением зрения повышается влияние психофизиологических факторов как компенсаторных механизмов ограниченных зрительных возможностей. Полученные данные свидетельствуют о способности обследуемой спортсменки к длительной работе нервной системы. Это свидетельствует о силе нервной системы спортсменки. Это связано с развитием компенсаторных механизмов недостаточности зрительного анализатора. Данное качество особенно проявляется для дистанций 200 м и 400 м. *Выводы.* Выявлены компенсаторные механизмы недостаточности зрительной функции для поддержания высокой скорости в беге на короткие дистанции в качестве психофизиологических функций: показатели, характерные для спринтеров (скорость простой реакции и подвижность нервной системы) и специфические показатели (работоспособность, сила нервной системы).

**Ключевые слова:** спринт, легкая атлетика, психофизиологические показатели.

**Чайка О.І., Козіна Ж.Л., Коробейник В.А., Базылюк Т.А.** Індивідуальна структура психофізіологічних функцій у взаємозв'язку із змагальною результативністю у паралимпійському спринті на прикладі атлетки високої кваліфікації з порушення зору. *Мета роботи* - визначити факторну структуру психофізіологічних показників у взаємозв'язку з індивідуальною результативністю в легкоатлетичному спринті у атлетів високої кваліфікації з порушенням зору на прикладі елітної спортсменки. *Матеріал і методи.* У дослідженні взяла участь спортсменка високої кваліфікації, спеціалізується в бігу на короткі дистанції і стрибках в довжину, чемпіонка Європи з легкої атлетики 2010 року; призёр чемпіонатів світу серед паралимпійців і Паралімпійських ігор серед спортсменів з вадами зору (категорія T12) 2016 року. Психофізіологічне тестування спортсменки проходила в відповідних оптичних лінзах. Були проаналізовані індивідуальні особливості психофізіологічного стану і результати в бігу на короткі дистанції. Результати в бігу фіксувалися на тренуваннях, а також на офіційних і неофіційних змаганнях. Всього проаналізовано 36 результатів. За 1 день до старту фіксувалися психофізіологічні показники за допомогою комп'ютерної програми «Психодіагностика» і аналогічних програм для психофізіологічного тестування. Результати. Виявлено, що у спортсменів з порушенням зору підвищується вплив психофізіологічних факторів як компенсаторних механізмів обмежених зорових можливостей. Отримані дані свідчать про здатність обстежуваної спортсменки до тривалої роботи нервової системи. Це свідчить про силу нервової системи спортсменки. Це пов'язано з розвитком компенсаторних механізмів недостатності зорового аналізатора. Ця функція особливо проявляється для дистанцій 200 м та 400 м. *Висновки.* Виявлено компенсаторні механізми недостатності зорової функції для підтримки високої швидкості в бігу на короткі дистанції в якості психофізіологічних функцій: показники, характерні для спринтерів (швидкість простий реакції і рухливість нервової системи) і специфічні показники (працездатність, сила нервової системи).

спринт, легка атлетика, психофізіологічні показники.

**Chaika O.I., Kozina Zh.L., Korobeynik V.A., Bazylyuk T.A.** Individual structure of psychophysiological functions in connection with competitive performance in the Paralympic sprint on the example of a high-skilled student with visual impairment. *The purpose* of the work is to determine the factor structure of psycho-physiological indicators in correlation with individual performance in athletics sprint in high-qualified athletes with visual impairment on the example of an elite athlete. *Material and methods.* The study involved a high-qualified athlete, specializing in short-distance running and long jump, the European Athletics Champion 2010; prize winner of the World Paralympic and Paralympic Games among athletes with visual impairments (T12 category) in 2016. *Psychophysiological testing* of the athlete took place in the corresponding optical lenses. Individual characteristics of the psychophysiological state and results in running for short distances were analyzed. The results in the race were recorded in training, as well as in official and unofficial competitions. A total of 36 results were analyzed. 1 day before the start, psychophysiological indicators were recorded using the computer program "Psychodiagnostics" and similar programs for psychophysiological testing. Results. It was revealed that in athletes with visual impairment the influence of psychophysiological factors as compensatory mechanisms of limited visual possibilities is increased. The obtained data testify to the ability of the examined athlete to prolonged operation of the nervous system. This indicates the strength of the nervous system athletes. This is due to the development of compensatory mechanisms of insufficiency of the visual analyzer. This quality is especially evident for distances of 200 m and 400 m. *Conclusions.* Compensatory mechanisms of visual deficiency have been identified to maintain high speed in short-distance running as psychophysiological functions: indicators characteristic of sprinters (speed of simple reaction and motility of the nervous system) and specific indicators (efficiency, strength of the nervous system).

sprint, track and field athletics, psychophysiological indicators.



### Введение.

В современном спорте атлету приходится иметь дело с большим количеством информации технико-тактического, психологического и иного характера [4; 21]. Эта информация должна соотноситься с задачами, которые стоят перед спортсменом в каждой ситуации и в соревнованиях в целом. Восприятие и переработка информации усложняются соревновательной конфликтностью, что всегда характеризуется дефицитом времени [2; 3; 4].

Активное выделение и переработка необходимой информации составляет одну из важнейших задач тренировочной и соревновательной деятельности [5].

Обработка различного рода информации является функцией нервной системы. Соответственно, от работы и индивидуальных особенностей нервной системы зависит успешность тренировочного и соревновательного процесса. Особую актуальность данное положение приобретает для спортсменов с ограниченными возможностями получения информации, например, с ограниченными зрительными возможностями.

В литературе имеется множество данных, посвященных анализу системы факторов, обуславливающих закономерности динамики соревновательной эффективности [4; 19; 21].

Эти факторы можно условно разделить на внешние и внутренние. Эти группы факторов взаимосвязаны между собой, и внутренние факторы при достаточном развитии могут блокировать негативное воздействие внешних факторов.

Из внутренних факторов можно выделить уровень подготовленности и структуру подготовленности – систему иерархических взаимосвязей между различными характеристиками подготовленности. Структура подготовленности спортсменов дает возможность рассматривать группу спортсменов и каждого атлета как динамическую систему (или комплекс систем) с точно определенными параметрами и их взаимной иерархии. Структура подготовленности атлетов является более комплексной характеристикой как группы, так и отдельного спортсмена, по сравнению с простым набором различных показателей подготовленности, и поэтому определение индивидуальных особенностей структуры подготовленности спринтеров высокой квалификации с нарушениями зрения имеет большую актуальность.

Известно [6; 19; 21], что главный фактор, который влияет на динамику соревновательной эффективности, это уровень различных видов подготовки. Но следует отметить, что существуют

неспецифические факторы, которые обуславливают соревновательную результативность.

Из таких неспецифических факторов мы выделили отдельно психофизиологические факторы [1; 18; 20].

Психофизиологические функции и типологические особенности являются врожденными характеристиками [5; 20], и поэтому являются одним из основных факторов, определяющих основные аспекты спортивной деятельности [15; 16; 17]. В ряде исследований показана целесообразность учета психофизиологических функций спортсменов для определения индивидуальных стилей спортивной борьбы в единоборствах [17], игровых аплуа в спортивных играх [2; 3; 4] и в других видах спорта вида спорта [10]. Е.П. Ильин [11; 12] критически отмечает, что является ошибочной точка зрения, что для спортивных успехов выгодно иметь сильную, подвижную и уравновешенную нервную систему.

В тех видах спорта, где быстродействие является одним из главных факторов, определяющих успех спортивной деятельности, спортсмены со стажем в большинстве случаев имеют «спринтерский» типологический комплекс. Он обнаружен у спринтеров-легкоатлетов, у рапиристов, акробатов, спринтеров-велосипедистов, у игроков в настольный теннис [15; 16].

Скоростные способности (короткое время реагирования на сигнал, быстрое сокращение мышц и высокий максимальный темп движений) обусловлены сочетанием слабой нервной системы с подвижностью нервных процессов и преобладанием возбуждения или уравновешенностью нервных процессов по внешнему балансу. Чем больше у спортсмена проявлены эти типологические особенности, тем более вероятно, что у него выражены скоростные способности [5; 15; 20].

Не смотря на то, что в современных научных исследованиях уже предприняты попытки характеристики спортсменов – представителей разных видов спорта с точки зрения типологических особенностей нервной системы, актуальной задачей является определение психофизиологических показателей и типологических особенностей индивидуально для каждого атлета [13]. Это связано с тем, что индивидуальные психофизиологические различия могут быть настолько выраженными, что будут обуславливать необходимый набор средств и методов подготовки атлетов [10; 11; 12].



Особенно данная проблема актуальна для спортсменов с ограниченными возможностями [6; 14], в частности, для спортсменов с ограничением зрения. В данном исследовании было сделано предположение, что: 1) психофизиологические показатели тесно взаимосвязаны с характером соревновательной деятельности, образуют с ними единый комплекс взаимосвязанных параметров; 2) у спортсменов с нарушением зрения повышается влияние психофизиологических факторов как компенсаторных механизмов ограниченных зрительных возможностей.

### **Связь работы с научными программами, планами, темами.**

Исследование проведено согласно:

«Сводному плану научно-исследовательской работы в сфере физической культуры и спорта на 2011-2015 гг» по теме 2.4 «Теоретико-методические основы индивидуализации в физическом воспитании и спорте» (№ государственной регистрации 0112U002001);

научно-исследовательской работе, которая финансируется за счет государственного бюджета Министерства образования и науки Украины на 2013-2014 гг. «Теоретико-методические основы применения информационных, педагогических и медико-биологических технологий для формирования здорового образа жизни» (№ государственной регистрации 0113U002003)

научно-исследовательской работе, которая финансируется за счет государственного бюджета Министерства образования и науки Украины на 2015-2016 гг. «Теоретико-методические основы применение средств информационной, педагогической, медико-биологической направленности для двигательного и духовного развития и формирования здорового образа жизни» (№ государственной регистрации 0115U004036).

научно-исследовательской работе, которая финансируется за счет государственного бюджета Министерства образования и науки Украины на 2017-2018 гг. «Теоретико-методические основы применения информационных, медико-биологических и педагогических технологий для реализации индивидуального физического, интеллектуального и духовного потенциала и формирования здорового образа жизни» (№ государственной регистрации 0117U000650).

**Цель работы** – определить факторную структуру психофизиологических показателей во взаимосвязи с индивидуальной результативностью в легкоатлетическом спринте у атлетов высокой квалификации с нарушением зрения на примере элитной спортсменки.

### **Материал и методы.**

**Участники.** В исследовании приняла участие спортсменка высокой квалификации, специализируется в беге на короткие дистанции и прыжках в длину, чемпионка Европы по лёгкой атлетике 2010 года; призёр чемпионатов мира среди паралимпийцев и Паралимпийских игр среди спортсменов с нарушениями зрения (категория T12) 2016 года. Психофизиологическое тестирование спортсменки проходила в соответствующих оптических линзах.

**Ход исследования.** Были проанализированы индивидуальные особенности психофизиологического состояния и результаты в беге на 60 м, 80 м, 100 м, 120 м, 150 м и 200 м в течение пяти месяцев 2015 г.

Результаты в беге фиксировались на тренировках, а также на официальных и неофициальных соревнованиях. Всего проанализировано 36 результатов. За 1 день до старта фиксировались психофизиологические показатели с помощью компьютерной программы «Психодиагностика» и аналогичных программ для психофизиологического тестирования. Фиксировали параметры, характерные для определения психофизиологического состояния, типологических особенностей нервной системы, показателей работоспособности нервной системы, показателей внимания [1; 18; 20]:

- комплекс показателей по времени простой зрительно-моторной реакции (среднее значение из 30 попыток (мс), среднее квадратическое отклонение (мс), количество ошибок); длительность экспозиции (сигнала) – 900 мс;

- комплекс показателей сложной зрительно-моторной реакции выбора 1 элемента из трех и выбора двух элементов из трех (среднее значение из 30 попыток (мс), среднее квадратическое отклонение (мс), количество ошибок); длительность экспозиции (сигнала) – 900 мс;

- комплекс показателей сложной зрительно-моторной реакции выбора двух элементов из трех в режиме обратной связи, т.е. по мере изменения времени реагирования изменяется время подачи сигнала; «короткий вариант» проводится в режиме обратной связи, когда длительность экспозиции изменяется автоматически в зависимости от ответных реакций испытуемого: после правильного ответа длительность следующего сигнала уменьшается на 20 мс, а после неправильного - увеличивается на ту же величину. Диапазон изменения экспозиции сигнала при работе испытуемого находится в пределах 20-900 мс с паузой между экспозициями в 200 мс. Правильным ответом считается нажатие





левой (правой) кнопки мыши во время отображения определенной экспозиции (изображения), либо в период паузы после текущей экспозиции. В данном тесте время выхода на минимальную экспозицию сигнала и время минимальной экспозиции сигнала отражают функциональную подвижность нервных процессов; количество ошибок отражает силу нервных процессов (чем меньше данные показатели, тем выше подвижность и сила нервной системы). Длительность начальной экспозиции – 900 мс; величина изменения длительности сигналов при правильных или ошибочных ответах – 20 мс; пауза между предъявлениями сигналов – 200 мс; число сигналов – 50. Фиксируются показатели: средняя величина латентного периода, мс; среднеквадратическая величина отклонения, мс; количество ошибок; время выполнения теста, с; минимальное время экспозиции, мс; время выхода на минимальную экспозицию, с.

- комплекс показателей сложной зрительно-моторной реакции выбора двух элементов из трех в режиме обратной связи, т.е. по мере изменения времени реагирования изменяется время подачи сигнала; «продолжительный вариант» проводится в режиме обратной связи, когда длительность экспозиции изменяется автоматически в зависимости от ответных реакций испытуемого: после правильного ответа длительность следующего сигнала уменьшается на 20 мс, а после неправильного - увеличивается на ту же величину. Диапазон изменения экспозиции сигнала при работе испытуемого находится в пределах 20-900 мс с паузой между экспозициями в 200 мс. Правильным ответом считается нажатие левой (правой) кнопки мыши во время отображения определенной экспозиции (изображения), либо в период паузы после текущей экспозиции. В данном тесте время выхода на минимальную экспозицию сигнала и время минимальной экспозиции сигнала отражают функциональную подвижность нервных процессов; количество ошибок отражает силу нервных процессов (чем меньше данные показатели, тем выше подвижность и сила нервной системы). Кроме того, общее время выполнения теста отражает сочетание силы и подвижности нервных процессов. Длительность начальной экспозиции – 900 мс; величина изменения длительности сигналов при правильных или ошибочных ответах – 20 мс; пауза между предъявлениями сигналов – 200 мс; число сигналов – 120. Фиксируются показатели: средняя величина латентного периода, мс; среднеквадратическая величина отклонения, мс; количество ошибок; время выполнения теста, с; минимальное время

экспозиции, мс; время выхода на минимальную экспозицию, с.

Определялись также показатели психической работоспособности по тесту Шульте. В данном тесте испытуемому нужно в таблицах 5X5 из 25 цифр (от 1 до 25), расположенных в произвольном порядке, по очереди отмечать цифры от 1 до 25. После прохождения первой таблицы сразу же появляется вторая с другим порядком цифр, и т.д. Всего испытуемый проходит 5 таблиц. Фиксировали время работы на каждой таблице из пяти (мин.), эффективность работы как среднее арифметическое времени работы на пяти таблицах (мин.), работоспособность нервной системы как частное времени работы на четвертой и первой таблицах и вработываемость нервной системы как частное времени работы на второй и первой таблицах.

Для определения показателей внимания применялся тест Бурдона. В этом тесте таблица с буквами, в которой необходимо отмечать определенную букву. Результаты теста оцениваются по следующим показателям: количество ошибок; время выполнения теста; темп выполнения (выражается числом проработанных строк и количеством допущенных ошибок за временной интервал работы); концентрация внимания, которая оценивается по результату деления числа строк таблицы, просмотренных испытуемым, на количество ошибок (пропусков или ошибочных зачеркиваний лишних знаков); устойчивость внимания, которая оценивается по делению количества букв в просмотренной части корректурной таблицы на затраченное на это время; переключаемость внимания вычисляется по результату деления количества ошибочно проработанных строк на общее количество строк и умножения на 100%.

Определялось также время реакции выбора на сигналы, появляющиеся в различных точках экрана по программе «Выбор кнопки» («тест Ермакова»).

*Математическая обработка результатов.* По результатам в беге на и психофизиологическим показателям был проведен факторный анализ методом главных компонент с ротацией по методу Варимакс с нормализацией Кайзера с помощью программы SPSS.

### **Результаты.**

Результаты факторного анализа показали, что количество факторов, собственное значение которых больше единицы, равна 10 (табл. 1). В то же время на точечных диаграмме собственных значений факторов, которая еще называется "склон холма" (рис. 1), можно выделить 4 главных



фактора, которые образуют так называемый "склон" на диаграмме.

Таким образом, было выделено 4 главных фактора, процент которых от общей дисперсии составил 46,4% для первого фактора, 8,2% для второго фактора, 6,8% для третьего фактора, 5,1% для четвертого фактора, 34% составили другие факторы (рис. 2).

В первый фактор вошли такие показатели, как эффективность работы в тесте Шульте, время работы на первой, второй, третьей, четвертой, пятой таблицах Шульте, общее время работы и работоспособность нервной системы по тесту Шульте, время работы в тесте Бурдона, время простой зрительно-моторной реакции, время реакции выбора одного элемента из трех, минимальное время экспозиции сигнала в тесте с обратной связью при 120 сигналах, общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах, общее время выполнения теста с обратной связью при 30 сигналах; время пробегания отрезков 60 м, 80 м, 100 м, 150 м, 200 м, количество правильных ответов на сигналы в «тесте Ермакова» (табл. 2). Таким образом, в первый фактор вошли результаты пробегания практически всех отрезков, психофизиологические показатели, связанные с временем простой реакции, подвижности нервной системы

(минимальное время экспозиции сигнала), а также с работоспособностью нервной системы (показатели по тесту Шульте, показатели общего времени работы в тестах с обратной связью). На основании показателей, которые вошли в первый фактор, было дано название первому фактору «Скоростная работоспособность».

Во второй фактор вошли следующие показатели: время реакции выбора двух элементов из трех, и время пробегания отрезка 120 м (табл. 2). На основании данных показателей второй фактор был назван «Сложная реакция».

В третий фактор вошли показатели количества ошибок в тесте на время реакции выбора двух элементов из трех и количество ошибок в тесте на простую зрительно-моторную реакцию (табл. 2). На основании данных показателей третий фактор был назван «Внимание».

В четвертый фактор вошли такие показатели, как среднее квадратическое отклонение в тесте на время реакции выбора одного элемента из трех и среднее квадратическое отклонение в тесте с обратной связью при 120 сигналах (табл. 2). На основании данных показателей четвертый фактор был назван «Стабильность».

Scree Plot

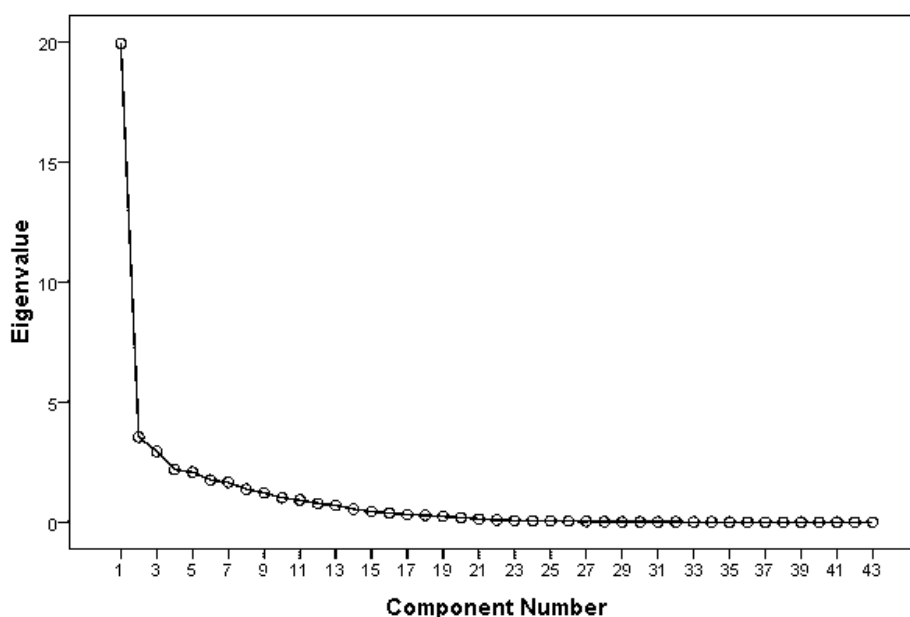


Рис. 1. Диаграмма собственных факторных значений («каменистая осыпь»):

Scree Plot – «каменистая осыпь»

Eigenvalue – собственное значение фактора (компонента)

Component Number – номер фактора (компонента)



Таблица 1

Объясненная суммарная дисперсия показателей тестирования элитной атлетки с нарушением зрения  
(количество тестований=36; количество показателей=43)

Компоненты	Первичные собственные значения			Повернутые суммы квадратов нагрузок		
	Сумма	% дисперсии	Совокупный %	Сумма	% дисперсии	Совокупный %
1	19,949	46,393	46,393	19,949	46,393	46,393
2	3,538	8,228	54,621	3,538	8,228	54,621
3	2,946	6,852	61,473	2,946	6,852	61,473
4	2,19	5,092	66,565	2,19	5,092	66,565
5	2,086	4,851	71,416	2,086	4,851	71,416
6	1,753	4,078	75,493	1,753	4,078	75,493
7	1,655	3,848	79,341	1,655	3,848	79,341
8	1,373	3,192	82,533	1,373	3,192	82,533
9	1,218	2,833	85,366	1,218	2,833	85,366
10	1,014	2,358	87,724	1,014	2,358	87,724
11	0,922	2,144	89,868			
12	0,779	1,813	91,68			
13	0,693	1,611	93,292			
14	0,538	1,252	94,544			
15	0,446	1,037	95,581			
16	0,377	0,876	96,457			
17	0,317	0,737	97,194			
18	0,28	0,652	97,846			
19	0,231	0,538	98,384			
20	0,192	0,446	98,83			
21	0,129	0,3	99,13			
22	0,089	0,207	99,337			
23	0,063	0,146	99,484			
24	0,054	0,125	99,609			
25	0,049	0,114	99,723			
26	0,041	0,095	99,818			
27	0,032	0,075	99,893			
28	0,016	0,037	99,93			
29	0,008	0,019	99,949			
30	0,008	0,019	99,968			
31	0,005	0,012	99,98			
32	0,005	0,011	99,99			
33	0,003	0,007	99,997			
34	0,001	0,003	100			
35	0,000	0,000	100			
36	9,49E-16	2,21E-15	100			
37	3,51E-16	8,16E-16	100			
38	2,43E-16	5,65E-16	100			
39	2,09E-16	4,85E-16	100			
40	-1,71E-16	-3,98E-16	100			
41	-4,21E-16	-9,78E-16	100			
42	-6,22E-16	-1,45E-15	100			
43	-8,95E-16	-2,08E-15	100			

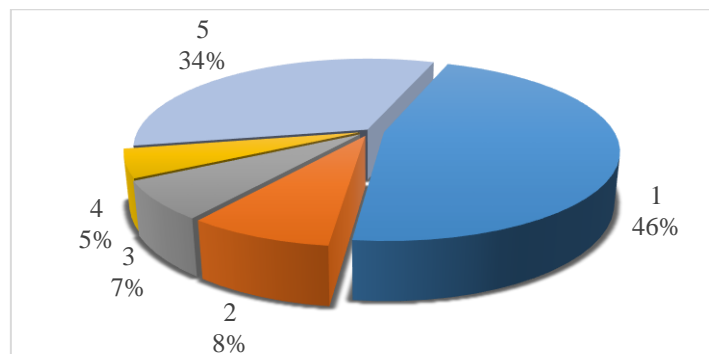


Рис. 2. Индивидуальная факторная структура психофизиологических функций во взаимосвязи результативностью в беге на короткие дистанции у элитной легкоатлетки с нарушением зрения (количество тестирований=36; количество показателей, вошедших в факторы=27 из 43):

- 1 – первый фактор, «Скоростная работоспособность»;  
2 – второй фактор, «Сложная реакция»;  
3 – третий фактор, «Внимание»;  
4 – четвертый фактор, «Стабильность»

Таблица 2

Матрица компонентов факторного анализа после вращения по методу Варимакс показателей психофизиологического состояния и результатов в беге элитной спортсменки с нарушением зрения (количество тестирований=36; количество показателей, вошедших в факторы=27 из 43)

Показатели	Факторы			
	1	2	3	4
Эффективность работы в тесте Шульте (у.е.)	0,993*			
Время работы на 4-й таблице Шульте (мин.)	0,992			
Время работы на 5-й таблице Шульте (мин.)	0,988			
Время работы на 2-й таблице Шульте (мин.)	0,985			
Время работы на 3-й таблице Шульте (мин.)	0,983			
Время работы в тесте Бурдона (мин.)	0,983			
Работоспособность нервной системы по тесту Шульте (у.е.)	0,98			
Время простой зрительно-моторной реакции (мс)	0,96			
Время работы на 1-й таблице Шульте (мин.)	0,958			
Время реакции выбора одного элемента из трех (мс)	0,94			
Бег 100 м (с)	0,935			
Общее время работы по тесту Шульте (мин.)	0,892			
Бег 150 м (с)	0,885			
Бег 60 м (с)	0,883			
Минимальное время экспозиции сигнала в тесте с обратной связью при 120 сигналах (мс)	0,835			
Общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (с)	0,816			
Общее время выполнения теста с обратной связью при 30 сигналах (с)	0,807	-0,408		
Бег 200 м (с)	0,794			
Бег 80 м (с)	0,644			
«Тест Ермакова» (кол-во правильных ответов за 15 с)	0,627	-0,414		
Время реакции в тесте с обратной связью при 30 сигналах (мс)		0,866		
Бег 120 м (с)	0,577	0,737		
Время реакции выбора двух элемента из трех (мс)		0,716		
Тест на время реакции выбора двух элементов из трех (кол-во ошибок)			0,882	
Тест на простую зрительно-моторную реакцию (кол-во ошибок)			0,75	
Среднее квадратическое отклонение в тесте на время реакции выбора одного элемента из трех (мс)				0,932
Среднее квадратическое отклонение в тесте с обратной связью при 120 сигналах (мс)				0,793

\*Примечание: показаны коэффициенты корреляции между показателями тестирования и факторами только больше 0,4



### Дискуссия.

Полученные результаты подтвердили выдвинутую в данном исследовании гипотезу, что у спортсменов с нарушением зрения повышается влияние психофизиологических факторов как компенсаторных механизмов ограниченных зрительных возможностей.

Цель работы состояла в определении факторной структуры психофизиологических показателей во взаимосвязи с индивидуальной результативностью в легкоатлетическом спринте у атлетов высокой квалификации с нарушением зрения на примере элитной спортсменки. В результате факторного анализа методом главных компонент было выявлено, что большинство психофизиологических показателей вошли в один, первый фактор, который составил 46% от суммарной общей дисперсии. Это свидетельствует о высокой структурированности работы организма спортсменки высокой квалификации. Аналогичные данные были получены нами ранее [2; 4; 18] в исследованиях структуры подготовленности баскетболисток разной квалификации. Было выявлено, что с повышением уровня спортивного мастерства у спортсменов повышается количество корреляционных связей между различными видами подготовленности; возникают взаимосвязи между теми показателями, которые раньше не были взаимосвязаны между собой. Это согласуется с закономерностями развития самоорганизующихся систем, в которых по мере развития усложняется и совершенствуется структура их строения и функционирования. Поскольку спортсмен является самоорганизующейся системой, высокое количество взаимосвязанных показателей свидетельствует о высоком уровне функционирования его организма как самоорганизующейся системы [2].

В нашем случае 23 показателя вошли в один фактор, что свидетельствует об их высокой взаимосвязи между собой. Это подтверждает выдвинутую нами в данном исследовании гипотезу, что психофизиологические показатели тесно связаны с показателями, отражающими проявление физического и функционального состояния. Кроме того, по вошедшим в первый фактор показателям можно сделать вывод, что у обследуемой спортсменки на первый план выступает фактор скоростной выносливости, поскольку в первый фактор вошло большое количество показателей, отражающих работоспособность нервной системы. Данные показатели отражают также силу нервной системы, что несколько расходится с литературными данными, в которых описывается комплекс показателей нервной системы спринтера,

включающий скорость реакции, подвижность и слабость нервной системы. В литературных данных подчеркивается, что сила нервной системы больше характерна для представителей видов спорта на выносливость.

Однако полученные нами данные свидетельствуют о способности обследуемой спортсменки к длительной работе нервной системы, следовательно, о силе ее нервной системы. Это может быть связано с ее индивидуальными особенностями, а также с развитием компенсаторных механизмов, связанных с недостаточностью зрительного анализатора. Обследуемая спортсменка характеризуется также высокой способностью к развитию скорости на дистанции. Данное качество особенно проявляется на дистанции 200 м и 400 м. Для этого необходима работоспособность и устойчивость нервной системы, что отражено в высокой значимости психофизиологических показателей, характеризующих данные качества. Высокая работоспособность нервной системы, выявленная у обследуемой спортсменки, может быть также компенсаторным механизмом недостаточности зрительной функции. Это подтверждает вторую часть выдвинутой гипотезы, что у спортсменов с нарушением зрения повышается влияние психофизиологических факторов как компенсаторных механизмов ограниченных зрительных возможностей.

На основании полученных данных может быть представлена теоретическая концепция о регуляции скорости бега у спортсменов с нарушением зрения. Согласно теории функциональных систем П.К. Анохина [7; 8; 9], общую схему взаимосвязи скорости бега и восприятия окружающего пространства можно представить следующим образом. В центральную нервную систему поступают сигналы от проприорецепторов мышц об интенсивности мышечных сокращений. В то же время в центральную нервную систему поступают сигналы от зрительного анализатора об окружающей обстановке. Благодаря этим сигналам регулируется направление бега, а также его скорость. Если условия окружающей среды относительно стабильны, как, например, на беговой дорожке, организм сосредотачивает усилия исключительно на скорости бега. Если же условия окружающей среды меняются, как, например, при беге по пересеченной местности, в различных погодных условиях, скорость и направление бега варьируется.

В том случае, когда информация от зрительного анализатора недостаточна, что происходит в случае недостаточности зрительной



функции, в мозге активизируется сигнализация об опасности при беге из-за недостаточности информации об окружающем пространстве [14]. Вследствие этого происходит блокирование процесса развития максимальной скорости перемещения, что отрицательно сказывается на спортивном результате. Легкоатлетам с нарушением зрения тяжелее, чем здоровым спортсменам, развить максимальную скорость бега из-за блокировки скорости со стороны центральной нервной системы.

Частичное или полное решение данной проблемы лежит в активизации компенсаторных механизмов при недостаточности зрительной функции.

В качестве компенсаторных механизмов может выступать повышенное восприятие сигналов от слуховых рецепторов, от проприорецепторов мышц, могут в большей степени, чем у здоровых спортсменов развиваться такие специфические чувства, как «чувство дорожки», «чувство дистанции» и др. Эти сигналы могут полностью или частично блокировать сигналы об опасности, связанные с недостатком зрительной информации, и обеспечивать скорость бега, характерную для возможностей двигательного аппарата (рис. 3).



Рис. 3. Схема компенсации недостаточности функции зрительного анализатора при регуляции скорости и направления бега в зависимости от зрительного восприятия окружающего пространства (источник: рисунок авторов)

Логично предположить, что при развитии психофизиологических функций, характерных для конкретного человека, будут развиваться компенсаторные механизмы для уменьшения недостатка зрительного анализатора. Для этого необходимо выявление психофизиологических факторов, связанных со скоростью бега. Это даст возможность более глубокого понимания механизмов регуляции скорости бега у людей с ограниченной зрительной функцией и более оптимального подбора средств и методов при

построении тренировочного процесса спринтеров с нарушением зрения.

В нашем исследовании было выявлено, что у обследуемой спортсменки помимо психофизиологических показателей, характерных для спринтеров (скорость простой реакции и подвижность нервной системы) наблюдается выраженность работоспособности нервной системы, т.е. сила нервной системы. Сила нервных процессов является индивидуальной особенностью обследуемой



спортсменки. Согласно нашей концепции, развитие сильных сторон спортсмена дает дополнительную информацию центральной нервной системе о перемещении спортсмена, в результате чего будет блокироваться сигнализация об опасности из-за недостаточности зрительного анализатора, и скорость бега спортсмена не будет снижаться. Таким образом, сильная нервная система помогает элитной спортсменке с нарушением зрения показывать высокие спортивные результаты в спринте.

Полученные данные дополняют результаты исследований Ильина Е.П. [15; 16], Лизогуба В.С. [20], Коробейникова Г.В. [5; 16] о наличии психофизиологических особенностей представителей различных видов спорта. Впервые показано влияние психофизиологических показателей, характеризующих работоспособность (силу) нервной системы, на результат в беге на короткие дистанции. Впервые также сформулированы теоретические положения о механизмах ограничения скорости бега у спортсменов с нарушениями зрения и возможных путях компенсации их ограниченных возможностей при спринтерском беге.

Полученные результаты позволяют сделать следующие рекомендации для практической работы. Поскольку обследуемая спортсменка характеризуется выраженной подвижностью нервной системы и высокой скоростью простой реакции, в тренировочном процессе целесообразно делать упор на развитие стартовой скорости и способности изменять степень напряжения и расслабления мышц. Обследуемая спортсменка характеризуется также выраженной силой нервной системы. Поэтому для нее необходимо также концентрироваться на поддержании скорости на дистанции для развития своего сильного качества, которое выступает также как компенсация недостатка зрения. Развитие сильных сторон спортсмена дает дополнительную информацию центральной нервной системе о перемещении спортсмена, в

### Литература

1. Барибина Л.М., Козина Ж.Л., Мищенко Д.И., Цикунов О.А., Козин А.В. Программа «Психодиагностика» как средство определения психофизиологических особенностей и функционального состояния в физическом воспитании студентов. Физическое воспитание студентов, 2011. № 3. 56-59

результате чего блокируется сигнализация об опасности из-за недостаточности зрительного анализатора, и скорость бега спортсмена не снижается.

Дальнейших исследований требует проверка указанных положений на других спринтерах с нарушениями зрения.

### Выводы.

1. Выделено 4 фактора в индивидуальной структуре психофизиологических функций и результативности в беге на короткие дистанции на примере элитной спортсменки с нарушением зрения, вклад которых в общую суммарную дисперсию составил 46,4% для первого фактора («Скоростная работоспособность»), 8,2% для второго фактора («Сложная реакция»), 6,8% для третьего фактора («Внимание»), 5,1% для четвертого фактора («Стабильность»), 34% составили другие факторы.

2. Показана высокая взаимосвязь между психофизиологическими показателями и результативностью в беге на короткие дистанции у элитной атлетки с нарушением зрения. Выявлен высокий вклад в индивидуальную факторную структуру психофизиологических функций и беговой результативности показателей, отражающих качества, характерные для спринтеров (скорость реакции и подвижность нервной системы), и неспецифические для спринтеров качества (работоспособность и сила нервной системы).

2. Выявлены компенсаторные механизмы недостаточности зрительной функции для поддержания высокой скорости в беге на короткие дистанции в качестве психофизиологических функций: показатели, характерные для спринтеров (скорость простой реакции и подвижность нервной системы) и специфические показатели (работоспособность, сила нервной системы).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют, что не существует конфликта интересов.

### Referencic

1. Baribina, L.M., Kozina, Z.L., Mischenko, D.I., Tsikunov, O.A., & Kozin, A.V. (2011). Programma «Psihodiagnostika» kak sredstvo opredeleniya psihofiziologicheskikh osobennostey i funktsionalnogo sostoyaniya v fizicheskom vospitanii studentov [The program "Psychodiagnosics" as a means of determining psycho-physiological characteristics and functional state in the physical education of students]. *Physical education of students*, (0)3, 56-59



2. Козина Ж.Л. Научно-методические пути индивидуализации учебно-тренировочного процесса в спортивных играх. Проблемы и перспективы развития спортивных игр и единоборств в высших учебных заведениях. 2005. 1. 188.
3. Козина Ж.Л. Результаты разработки и применения универсальных методик индивидуализации учебно-тренировочного процесса в спортивных играх. Слобожанский научно-спортивный вестник. – Харьков: ХДАФК. – 2008. – Выпуск № 3. – С.73-80
4. Козина Ж.Л. Теоретико-методические основы индивидуализации учебно-тренировочного процесса в ситуационных видах спорта. Сборник тезисов международного конгресса «Современный Олимпийский и Паралимпийский спорт и спорт для всех XII». 26-28 мая 2008. Т.3. 296.
5. Коробейников Г.В., Коробейникова Л.Г., Козина Ж.Л. Оцінка та корекція психофізіологічних станів у спорті: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів Харків, ХНПУ, 2012. – 390 с
6. Чебану, Е., Козина, Ж., Тимко, Е., Гребнева, И., & Коломиец, Н. (2017). Алгоритм определения закономерностей индивидуальной динамики соревновательной результативности элитных спортсменов в легкоатлетическом спринте. *Здоровье, спорт, реабилитация*, 3(3), 57-66. doi:http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1133953
7. Anokhin, P.K., Shuleikina, K.V. (1977). System organization of alimentary behavior in the newborn and the developing cat. *Developmental Psychology*, 10(5), 385-419
8. Anokhin, P.K. (1973). *Biology and neurophysiology of the conditioned reflex and its role in adaptive behavior*. Elsevier, 592.
9. Anokhin, P.K. (1963). Systemogenesis as a general regulator of brain development, Progress in Brain Research. *The Developing Brain, Amsterdam, Elsevier*, (0)9, 54-86.
10. Blecharz, J., & Siekanska, M. (2007). Temperament structure and ways of coping with stress among professional soccer and basketball players. *Biology of Sport*, 24(2), 143-156.
11. Boldak, A., & Guskowska, M. (2013). Are Skydivers a Homogenous Group? Analysis of Features of Temperament, Sensation Seeking, and Risk Taking. *International Journal of Aviation Psychology*, 23(3), 197-212. doi:10.1080/10508414.2013.799342
12. Brazil, A., Exell, T., Wilson, C., Willwacher, S., Bezodis, I., & Irwin, G. (2017). Lower limb joint kinetics in the starting blocks and first stance in athletic sprinting. *Journal of Sports Sciences*, 35(16), 1629-1635. doi:10.1080/02640414.2016.1227465
13. Chen, Y., Zhou, A. Q., Qian, G. R., & Gong, X. Q. (2012). *Pre-competition Psychological Training of Middle School Athletes in Middle and Long Distance Race from the perspective of Temperament Type-Case study*. Liverpool: World Acad Union-World Acad Press.
14. Fagher, K., Forsberg, A., Jacobsson, J., Timpka, T., Dahlstrom, O., & Lexell, J. (2016). Paralympic athletes' perceptions of their experiences of sports-related injuries, risk factors and preventive possibilities. *European Journal of Sport Science*, 16(8), 1240-1249. doi:10.1080/17461391.2016.1192689
15. Ilin, E.P. (1974). Differentsialnaya psihofiziologiya, ee mesto i rol v izuchenii lichnosti sportsmenov. [Differential psychophysiology, its place and role in the study of the personality of athletes], *Sportivnaya i vozrastnaya psihofiziologiya*, (0)1, 5-24.
16. Ilin, E.P.(1972). Sila nervnoy sistemy i metodika ee issledovaniya [The strength of the nervous system and the methods of its investigation]. *Psihofiziologicheskie osnovy fizicheskogo vospitaniya i sporta*, (0)1, 5-12.
17. Korobeynikov, G, Mazmanian, K, Korobeynikova, L., & Jagiello, W. (2010). Psychophysiological states and motivation in elite judokas. *Archives of Budo*, 6(3), 129-136.
18. Kozina, Z., Prusik, K., Gömer, K., Sobko, I., Repko, O., Bazilyuk, T., . . . Korol, S. (2017). Comparative characteristics of psychophysiological indicators in the representatives of cyclic and game sports. *Journal of Physical Education and Sport*, (2), 648 – 655.
19. Kozina, Z.L., Jagiello, Wladyslaw, & Jagiello, Marina (2015). Determination of sportsmen's individual characteristics with the help of mathematical simulation and methods of multi-dimensional analysis. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems Of Physical Training And Sports*, 19(12), 41-50. doi:10.15561/18189172.2015.1207
20. Lyzohub, V., Nechyporenko, L., Pustovalov, V., & Suprunovych, V. (2016). Specialized training and bioenergy state of football players with different typological properties of the higher parts of the nervous system. *Science and Education*(8), 107-+.
21. Znazen, H., Slimani, M., Miarka, B., Butovskaya, M., Siala, H., Messaoud, T., . . . Souissi, N. (2017). Mental skills comparison between elite sprint and endurance track and field runners according to their genetic polymorphism: a pilot study. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(9), 1217-1226. doi:10.23736/s0022-4707.16.06441-0
2. Kozina, Z.L. (2005). Nauchno-metodicheskie puti individualizatsii uchebno-trenirovochnogo protsesssa v sportivnyih igrah [Scientific and methodical ways of individualization of educational process in sports games]. *Problemy i perspektivy razvitiya sportivnyih igr i endinoborstv v vysshih uchebnyih zavedeniyah*, (0)1, 188.
3. Kozina, Z.L. (2008). Rezultaty razrabotki i primeneniya universalnykh metodik individualizatsii uchebno-trenirovochnogo protsesssa v sportivnyih igrah ya perevoda [Results of development and application of universal methods of individualization of the training process in sports games]. *Slobozhanskiy naukovosportivniy vlsnik*, (0)3, 73-80.
4. Kozina Zh.L. (2008). Teoretiko-metodicheskie osnovy individualizatsii uchebno-trenirovochnogo protsesssa v situatsionnyih vidah sporta. [Teoretiko-methodical bases of a individualization of educational-training process in situational kinds of sports]. *Sovremenniy Olimpiyskiy i Paralimpiyskiy sport i sport dlya vseh XII*, (0)3., 296.
5. Korobeynikov, G.V., Korobeynikova, L.G., & Kozina, Z.L. (2012). Otsinka ta korektsiya psihofiziolozichnih staniv u sporti [Assessment and correction of psychophysiological states in sports], 390.
6. Chebanu, O., Kozina, Z., Timko, E., Grebneva, I., & Kolomiets, N. (2017). Algorithm of determining the patterns of individual dynamics of competitive activity of elite athletes in athletics sprint. *Zdorov'ya, sport, reabilitatsiya [Health, Sport, Rehabilitation]* 3(3), 57-66. doi:http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1133953
7. Anokhin, P.K., Shuleikina, K.V. (1977). System organization of alimentary behavior in the newborn and the developing cat. *Developmental Psychology*, 10(5), 385-419
8. Anokhin, P.K. (1973). *Biology and neurophysiology of the conditioned reflex and its role in adaptive behavior*. Elsevier, 592.
9. Anokhin, P.K. (1963). Systemogenesis as a general regulator of brain development, Progress in Brain Research. *The Developing Brain, Amsterdam, Elsevier*, (0)9, 54-86.
10. Blecharz, J., & Siekanska, M. (2007). Temperament structure and ways of coping with stress among professional soccer and basketball players. *Biology of Sport*, 24(2), 143-156.
11. Boldak, A., & Guskowska, M. (2013). Are Skydivers a Homogenous Group? Analysis of Features of Temperament, Sensation Seeking, and Risk Taking. *International Journal of Aviation Psychology*, 23(3), 197-212. doi:10.1080/10508414.2013.799342
12. Brazil, A., Exell, T., Wilson, C., Willwacher, S., Bezodis, I., & Irwin, G. (2017). Lower limb joint kinetics in the starting blocks and first stance in athletic sprinting. *Journal of Sports Sciences*, 35(16), 1629-1635. doi:10.1080/02640414.2016.1227465
13. Chen, Y., Zhou, A. Q., Qian, G. R., & Gong, X. Q. (2012). *Pre-competition Psychological Training of Middle School Athletes in Middle and Long Distance Race from the perspective of Temperament Type-Case study*. Liverpool: World Acad Union-World Acad Press.
14. Fagher, K., Forsberg, A., Jacobsson, J., Timpka, T., Dahlstrom, O., & Lexell, J. (2016). Paralympic athletes' perceptions of their experiences of sports-related injuries, risk factors and preventive possibilities. *European Journal of Sport Science*, 16(8), 1240-1249. doi:10.1080/17461391.2016.1192689
15. Ilin, E.P. (1974). Differentsialnaya psihofiziologiya, ee mesto i rol v izuchenii lichnosti sportsmenov. [Differential psychophysiology, its place and role in the study of the personality of athletes], *Sportivnaya i vozrastnaya psihofiziologiya*, (0)1, 5-24.
16. Ilin, E.P.(1972). Sila nervnoy sistemy i metodika ee issledovaniya [The strength of the nervous system and the methods of its investigation]. *Psihofiziologicheskie osnovy fizicheskogo vospitaniya i sporta*, (0)1, 5-12.
17. Korobeynikov, G, Mazmanian, K, Korobeynikova, L., & Jagiello, W. (2010). Psychophysiological states and motivation in elite judokas. *Archives of Budo*, 6(3), 129-136.
18. Kozina, Z., Prusik, K., Gömer, K., Sobko, I., Repko, O., Bazilyuk, T., . . . Korol, S. (2017). Comparative characteristics of psychophysiological indicators in the representatives of cyclic and game sports. *Journal of Physical Education and Sport*, (2), 648 – 655.
19. Kozina, Z.L., Jagiello, Wladyslaw, & Jagiello, Marina (2015). Determination of sportsmen's individual characteristics with the help of mathematical simulation and methods of multi-dimensional analysis. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems Of Physical Training And Sports*, 19(12), 41-50. doi:10.15561/18189172.2015.1207
20. Lyzohub, V., Nechyporenko, L., Pustovalov, V., & Suprunovych, V. (2016). Specialized training and bioenergy state of football players with different typological properties of the higher parts of the nervous system. *Science and Education*(8), 107-+.
21. Znazen, H., Slimani, M., Miarka, B., Butovskaya, M., Siala, H., Messaoud, T., . . . Souissi, N. (2017). Mental skills comparison between elite sprint and endurance track and field runners according to their genetic polymorphism: a pilot study. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(9), 1217-1226. doi:10.23736/s0022-4707.16.06441-0



**Информация об авторах:**

**Information about the authors**

**Чайка Елена Ивановна**

Заслуженный мастер спорта по легкой атлетике,  
соискатель  
helen04011981@ukr.net  
Харьковский национальный педагогический  
университет им. Г.С. Сковороды  
ул. Алчевских, 29, г. Харьков, 61002, Украина

**Chaika O.I.**

helen04011981@ukr.net  
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical  
University  
Alchevskyyh str. 29, Kharkov, 61002, Ukraine.

**Козина Жаннета Леонидовна**

д.н. ФВиС, проф.  
<http://orcid.org/0000-0001-5588-4825>  
ScopusAuthorID: 56707357300  
Zhanneta.kozina@gmail.com  
Харьковский национальный педагогический  
университет им. Г.С. Сковороды  
ул. Алчевских, 29, г. Харьков, 61002, Украина

**Kozina Zh.L.**

<http://orcid.org/0000-0001-5588-4825>  
Zhanneta.kozina@gmail.com  
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical  
University  
Alchevskyyh str. 29, Kharkov, 61002, Ukraine.

**Коробейник Виталий Анатольевич**

К.п.н., доцент  
<https://orcid.org/0000-0001-6030-1305>  
v.korobeynik71@gmail.com  
Харьковский национальный педагогический  
университет им. Г.С. Сковороды  
ул. Алчевских, 29, г. Харьков, 61002, Украина

**Korobeinik V.A.**

<https://orcid.org/0000-0001-6030-1305>  
v.korobeynik71@gmail.com  
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical  
University  
Alchevskyyh str. 29, Kharkov, 61002, Ukraine.

**Базылюк Татьяна Антоновна;**

<http://orcid.org/0000-00026244-6302>;  
baziluk@ukr.net;  
Киевский национальный университет технологий и  
дизайна;  
г. Киев, ул. НемировичаДанченко, 2, 01000, Украина.

**Bazyliuk T.A.;**

<http://orcid.org/0000-0002-6244-6302>;  
baziluk@ukr.net;  
Kiev National University of  
Technology and Design;  
Kiev, st. NemirovichDanchenko, 2, 01000, Ukraine.

*Принята в редакцию 05.04.2018*

*Received: 05.04.2018*