

УДК 612.821.2-053.6

DOI: 10.34215/1609-1175-2021-3-49-54

Функциональная организация когнитивной деятельности учащихся старшего школьного возраста, обусловленная типом межполушарной асимметрии головного мозга

Е.В. Булычева, О.М. Жданова, И.А. Сетко

Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург, Россия

Цель: установить функциональные особенности организации когнитивной деятельности учащихся старшего школьного возраста, обусловленные типом межполушарной асимметрии головного мозга. **Материал и методы.** У 250 учащихся 9–11 классов проведен сравнительный анализ функционального состояния центральной нервной системы методом вариационной хронорефлексографии с помощью компьютерного теста «Кольцо Ландольта», а также методики АСТУР. **Результаты.** Среди обследованных преобладали подростки с левополушарным типом функциональной асимметрии головного мозга (56 %), число школьников с доминированием правого полушария не превышало 40,4 %, на «равнополушарных» учащихся пришлось 3,6 % наблюдений. У школьников с левополушарным типом функциональной асимметрии головного мозга выявлен более высокий уровень функциональной подвижности нервной системы, что определяло оптимальный уровень когнитивной работоспособности. **Заключение.** Низкий уровень развития динамических когнитивных функций у учащихся с доминированием правого полушария обуславливает необходимость использования игротренажеров в целях развития и совершенствования когнитивных способностей, определяющих уровень академической успеваемости школьников

Ключевые слова: межполушарная асимметрия, функциональное состояние центральной нервной системы, когнитивные функции, умственная работоспособность

Поступила в редакцию 25.12.2020. Получена после доработки 18.02.2021. Принята к печати 28.08.2021

Для цитирования: Булычева Е.В., Жданова О.М., Сетко И.А. Функциональная организация когнитивной деятельности учащихся старшего школьного возраста, обусловленная типом межполушарной асимметрии головного мозга. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2021;3:49–54. doi: 10.34215/1609-1175-2021-3-49-54

Для корреспонденции: Булычева Екатерина Владимировна – канд. мед. наук, доцент кафедры профилактической медицины ОрГМУ (460000, г. Оренбург, ул. Советская, 6); ORCID: 0000-0002-2915-2046; e-mail: e-sosnina@mail.ru

Functional organization of the cognitive activity of high-school students, defined by the type of interhemispheric brain asymmetry

E.V. Bulycheva, O.M. Zhdanova, I.A. Setko

Orenburg State Medical University, Orenburg, Russia

Objective: Set functional peculiarities of the organization of cognitive activity of the high-school students caused by the type of interhemispheric asymmetry of the brains. **Methods:** Comparative analysis of central nervous system was conducted among 250 students (9–11 grades) using variational chronoreflexometry, computer test “Landolt ring” and intelligence test. **Results:** Teenagers having left hemisphere type of functional brain asymmetry prevailed (56 %). The number of schoolchildren with the domination of right hemisphere didn't exceed 40.4 %. Equi-hemispheric students made 3.6 %. Higher level of functional mobility of the nervous system was detected among children having left hemisphere type of functional brain asymmetry. It defined the optimal level of cognitive performance. **Conclusions:** Low level of the development of cognitive functions' dynamics among students having right hemisphere domination determines the necessity of training games usage for the purposes of the development and improvement of the cognitive abilities defining the level of academic performance of the students.

Keywords: interhemispheric asymmetry, functional state of the central nervous system, cognitive functions, mental performance

Received 25 December 2020; Revised 18 February 2021; Accepted 28 August 2021

For citation: Bulycheva EV, Zhdanova OM, Setko IA. Functional organization of the cognitive activity of high-school students, defined by the type of interhemispheric brain asymmetry. *Pacific Medical Journal*. 2021;3:49–54. doi: 10.34215/1609-1175-2021-3-49-54

Corresponding author: Ekaterina V. Bulycheva, MD, PhD, associate professor, Preventative Medicine Department, Orenburg State Medical University (6 Sovetskaya St., Orenburg, 460000, Russian Federation); ORCID: 0000-0002-2915-2046; e-mail: e-sosnina@mail.ru

Адаптация образовательного процесса к уровню подготовки, потребностям, особенностям когнитивного и психофизиологического развития учащихся – одна из основных составляющих в решении проблем сохранения здоровья школьников и по-

вышения эффективности процесса обучения [1–4]. В настоящее время личностно-ориентированный подход в системе школьного образования реализуется лишь посредством профильного обучения, при этом зачастую и педагоги, и психологи не учитывают

психофизиологические особенности учащихся, что в основном выражается в противоречии между учебными нагрузками и доминированием одного из полушарий головного мозга, определяющим специфику когнитивного функционирования.

Традиционная система школьного образования ориентирована преимущественно на развитие лингвистических, математических и вербально-логических способностей, которые определяются левым полушарием, тогда как школьники с правополушарным типом функциональной асимметрии, характеризующиеся преобладанием зрительно-пространственных способностей, могут испытывать сложности при освоении школьной программы [5–9]. Изучение особенностей функциональной организации когнитивной деятельности учащихся, обусловленных типом межполушарной асимметрии головного мозга, поможет выявить «сильные» и «слабые» составляющие работоспособности при различных типах межполушарной асимметрии и рекомендовать эффективные мероприятия, направленные на развитие когнитивных способностей.

Цель исследования – установить функциональные особенности организации когнитивной деятельности учащихся старшего школьного возраста, обусловленные типом межполушарной асимметрии головного мозга.

Материал и методы

Проведено одномоментное исследование психофизиологических способностей среди учащихся 9–11 классов средней общеобразовательной школы. В работу были включены школьники I–III группы здоровья с нормальным психическим развитием, у которых отсутствовали острые и хронические заболевания центральной нервной системы, давших письменное информированное согласие на медицинское обследование. Критерии исключения: отказ от обследования, острые и хронические заболевания в стадии обострения. После обследования 250 человек, у которых был оценен тип функциональной асимметрии головного мозга, сформировано две группы наблюдения:

1-я группа – учащиеся с доминированием правого полушария головного мозга ($n=101$);

2-я группа – учащиеся с доминированием левого полушария головного мозга ($n=140$).

Девять школьников с отсутствием выраженного доминирования одного из полушарий были исключены из исследования ввиду недостаточного количества наблюдений для формирования отдельной равнозначной группы наблюдения.

Тип функциональной асимметрии головного мозга определяли методом вариационной хронорефлексометрии на аппаратно-программном комплексе «Способ диагностики работоспособности человека» [10], в основу которого заложен принцип регистрации

латентных периодов простой сенсомоторной реакции. Коэффициент межполушарной асимметрии (Кас) рассчитывался по формуле:

$$Kac = (УФВл - УФВп) / (УФВл + УФВп) \times 100 \%,$$

где УФВл – уровень функциональных возможностей при выполнении сенсомоторного теста правой рукой, отражающий активность левого полушария; УФВп – это уровень функциональных возможностей при выполнении сенсомоторного теста левой рукой, который отражает активность правого полушария [11]. Положительное значение коэффициента определяло преобладание активности левого полушария, отрицательное – правого.

Для определения особенностей организации когнитивной деятельности учащихся с доминированием того или иного полушария проведен сравнительный анализ функционального состояния и основных свойств центральной нервной системы, обеспечивающих когнитивное функционирование. С помощью методики «Кольцо Ландольта», реализованной в форме компьютерной программы, по показателям скорости переработки информации, продуктивности, коэффициента выносливости, точности и коэффициента точности, а также амплитуды колебаний продуктивности проведена оценка силы, подвижности и уравновешенности нервных процессов [12]. С учетом доминантности полушарий в реализации различных видов мышления с помощью компьютерного теста АСТУР (для Абитуриентов и Старшеклассников Тест Умственного Развития) определялся уровень сформированности вербально-логического, вербального, логического, аналитического, абстрактного и пространственного мышления [13].

Для оценки достоверности статистических данных, представленных в виде средней арифметической и ее ошибки среднего ($M \pm m$), вычисляли t -критерий Стьюдента. Различия считались статистически значимыми при $p \leq 0,05$. Компьютерную обработку данных осуществляли с помощью пакета прикладных программ Microsoft Office и Statistica 6.0.

Результаты исследования

Среди 250 обследованных преобладали подростки с левополушарным типом функциональной асимметрии головного мозга (56 %), число школьников с доминированием правого полушария не превышало 40,4 %, на «равнополушарных» учащихся пришлось 3,6 % наблюдений.

У учащихся с левополушарным типом функциональной асимметрии головного мозга в сравнении с 1-й группой выявлено достоверное увеличение всех показателей, характеризующих центральную нервную систему: функционального уровня нервной системы – с $2,3 \pm 0,02$ до $2,4 \pm 0,01$ ед., устойчивости нервной реакции – с $1,2 \pm 0,07$ до $1,4 \pm 0,06$ ед., уровня

Таблица 1

Количественные и качественные показатели когнитивной работоспособности учащихся ($M \pm m$)

Показатель	1-я группа	2-я группа
Скорость переработки информации, ед.	1,4±0,06	1,6±0,04*
Продуктивность, ед.	309,7±12,56	336,3±8,80*
Коэффициент выносливости, %	2,0±0,05	8,7±0,05
Точность, ед.	0,9±0,01	0,9±0,01
Коэффициент точности, %	-0,2±0,02	2,4±0,02
Амплитуда колебаний продуктивности, ед.	84,1±5,75	103,2±14,53

* Различия с 1-й группой статистически значимы.

Таблица 2

Распределение учащихся в зависимости от уровня развития когнитивных функций

Показатель	Группа	Уровень работоспособности (кол-во наблюдений), %		
		низкий	средний	высокий
Скорость переработки информации	1-я	21,1	78,9	–
	2-я	–	5,6	94,4
Продуктивность	1-я	21,1	78,9	–
	2-я	–	5,6	94,4
Коэффициент выносливости	1-я	27,8	27,8	44,4
	2-я	26,3	31,6	42,1
Точность	1-я	5,3	10,5	84,2
	2-я	–	22,2	77,8
Коэффициент точности	1-я	5,3	21,1	73,7
	2-я	5,6	33,3	61,1
Амплитуда колебаний продуктивности	1-я	10,5	63,2	26,3
	2-я	5,6	61,1	33,3

функциональных возможностей сформированной функциональной системы – с $2,3 \pm 0,07$ до $2,5 \pm 0,06$ ед.

У левополушарных подростков в сравнении с правополушарными была выше скорость переработки информации, а также когнитивная продуктивность (табл. 1). У 94,4% представителей 2-й группы также определена высокая скорость мыслительной деятельности и, соответственно, результативность труда, в то время как число правополушарных подростков с высоким уровнем динамических показателей когнитивной работоспособности составляло лишь 21,1%. В то же время, необходимо отметить, что почти у половины подростков обеих групп выявлен высокий уровень выносливости нервной системы, что, по всей видимости, обуславливало высокую степень точности когнитивной деятельности, отражающей уравнивание нервных процессов у большинства лево- и правополушарных обследуемых (табл. 2).

Принято считать, что левое полушарие специализируется преимущественно на вербально-логических функциях, обрабатывает информацию последовательно, сопоставляя детали, систематизируя, преобразуя, перекодировывая их в речь и письмо [5, 6].

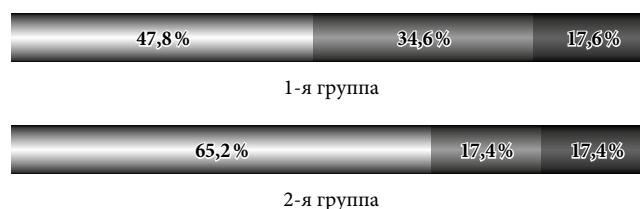


Рис. Распределение учащихся в зависимости от уровня умственной работоспособности.

Так, у левополушарных учащихся уровень развития логического мышления был в 1,4 раза выше, чем свидетельствовало достоверное увеличение соответствующего показателя (табл. 3). Вследствие этого количество левополушарных подростков с низким уровнем сформированности логического и вербального мышления было в 1,4 раза и в 1,9 раза меньше, соответственно, чем учащихся с правополушарным типом функциональной асимметрии головного мозга (табл. 4).

Интегральная оценка уровня умственной работоспособности обследуемых показала, что число левополушарных учащихся с оптимальной работоспособностью в 1,4 раза превышало количество правополушарных подростков, в то же время число левополушарных

Таблица 3
Уровень развития психофизиологических функций у учащихся ($M \pm m$)

Показатель	Оценка, баллы	
	1-я группа	2-я группа
Уровень общих знаний	13,9±0,7	14,9±0,6
Уровень подвижности мышления	17,9±0,3	18,3±0,2
Уровень вербального мышления	10,7±1,0	11,1±1,3
Уровень логического мышления	4,3±0,5	6,1±1,0*
Уровень абстрактного мышления	12,9±1,4	12,5±1,8
Уровень аналитического мышления	8,5±1,2	9,6±1,3
Уровень пространственного мышления	7,4±0,7	6,3±0,6

* Различия с 1-й группой статистически значимы.

Таблица 4
Распределение учащихся в зависимости от уровня развития психофизиологических способностей

Показатель	Группа	Уровень способностей (кол-во наблюдений), %		
		низкий	средний	высокий
Уровень общих знаний	1-я	5,0	50,0	45,0
	2-я	–	42,9	57,1
Уровень вербального мышления	1-я	40,0	25,0	35,0
	2-я	21,4	35,7	42,9
Уровень логического мышления	1-я	40,0	50,0	10,0
	2-я	28,6	42,9	28,5
Уровень абстрактного мышления	1-я	45,0	55,0	–
	2-я	57,1	42,9	–
Уровень аналитического мышления	1-я	35,0	25,0	40,0
	2-я	28,6	14,3	57,1
Уровень пространственного мышления	1-я	7,1	42,9	50,0
	2-я	20,0	40,0	40,0

учащихся со сниженной работоспособностью, напротив, было меньше правополушарных подростков в 2 раза (рис.).

Обсуждение полученных данных

В период систематического школьного обучения учебная нагрузка приходится преимущественно на левое полушарие головного мозга, между тем учащиеся с доминированием правого полушария в силу психофизиологических особенностей могут испытывать некоторые затруднения в учебной деятельности [5–9]. Известно, что направленность и специфику когнитивных способностей, необходимых школьникам для успешного освоения учебной программы, определяет преобладание активности правого или левого полушария, при этом состояние когнитивных функций и возможность их реализации обеспечиваются функциональным состоянием центральной нервной системы [5–7, 14]. Так, у подростков с левополушарным типом асимметрии головного мозга показатели функционального состояния центральной нервной

системы были в 1,2 раза выше, чем у «правополушарных ровесников», что, вероятно, обеспечивалось более высоким уровнем функциональной подвижности нервной системы. Об этом свидетельствуют данные о высокой скорости переработки информации, определявшей результативность когнитивной деятельности у 94,4 % левополушарных обследуемых. В свою очередь, у правополушарных подростков функциональная подвижность нервной системы была снижена, о чем свидетельствовали низкая скорость переработки информации и продуктивности труда у каждого четвертого обследуемого с правополушарным типом функциональной асимметрии. При этом учащиеся обеих групп на нашем материале демонстрировали высокий уровень выносливости и уравновешенности нервной системы, обеспечивающий достаточную концентрацию внимания и его устойчивость.

Данные литературы свидетельствуют о том, что степень подвижности нервной системы определяет уровень сформированности различных функций интеллекта, а также уровень когнитивной работоспособности в целом. Согласно Т.А. Ратановой (2010), чем выше

скорость распространения импульсов по нейронным комплексам коры, тем выше степень сформированности различных когнитивных функций и, соответственно, выше уровень когнитивного функционирования. Установлено, что у левополушарных учащихся с высокой функциональной подвижностью нервной системы степень развития вербально-логического мышления, характеризующего способность к логическим рассуждениям, умение оперировать понятиями, научными терминами и абстрактными конструкциями, была в 1,4 раза выше, чем у правополушарных. На этом фоне число левополушарных школьников с оптимальной когнитивной работоспособностью составляло 65,2 %, что в 1,4 раза превышало количество правополушарных подростков (47,8 %) [15].

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что учащиеся с левополушарным типом функциональной асимметрии головного мозга эффективнее справляются с решением сложных логических задач в динамическом режиме, тогда как учащиеся с доминированием правого полушария в условиях дефицита времени испытывают трудности, что в последующем может стать причиной их академической неуспеваемости. В связи с этим, начиная с 14–15-летнего возраста (период к которому заканчивается формирование функциональной специализации полушарий головного мозга) у школьников с правополушарным типом функциональной асимметрии необходимо развивать динамические когнитивные функции. В настоящее время эффективным инструментом, направленным на развитие и повышение скорости мыслительной деятельности, внимания, памяти и других психофизиологических функций, считаются когнитивные тренинги в форме мини-игр – тренажеров для мозга, реализуемые в сети интернет на онлайн-платформах BrainApps, Wikium, Lumosity и т.д. Для развития каждой из когнитивных функций предлагается ряд тестов и задач на счет, на запоминание слов, исключение лишнего, классификации и т.д. Так, одним из широко используемых тренажеров стала задача Д.Р. Струпа (1935), которая заключается в названии цвета слова, где цвет шрифта отличается от значения слова (например, слово «зеленый» написано красным цветом). Тест используется для определения гибкости когнитивного мышления и помимо скорости реакции позволяет развить устойчивость, концентрацию внимания и память. Также широко известна таблица «Шультце», представляющая собой матрицу, состоящую из 25 клеток, заполненных цифрами от 1 до 25. Задача состоит в том, чтобы как можно быстрее найти цифры в прямой или обратной последовательности. Это обеспечивает развитие восприятия, скорости мышления, концентрации и устойчивости внимания, а также памяти. Для самоконтроля когнитивного развития по окончании каждой мини-игры автоматически рассчитывается результат в баллах, и строится график динамики результатов во времени. Подобные игры-тренажеры, представленные в известных

интернет-магазинах приложений Google Play, Apple Store и Microsoft Store, могут запускаться на всех мобильных и стационарных платформах, что определяет возможность их применения в общеобразовательных учреждениях, в том числе на уроках в период физкультпауз, как в целях когнитивного развития, так и для профилактики утомления и повышения умственной работоспособности (при условии обязательного выполнения гимнастики для глаз). Применение игр-тренажеров возможно и в свободное от занятий время для учащихся среднего и старшего возраста в середине учебного дня после вторых–четвертых уроков, в период нарастающего утомления.

Заключение

У школьников с левополушарным типом функциональной асимметрии головного мозга по сравнению с правополушарными учащимися выявлен более высокий уровень функциональной подвижности нервной системы. Низкий уровень развития динамических когнитивных функций у учащихся с доминированием правого полушария обуславливает необходимость использования игр-тренажеров в целях развития и совершенствования когнитивных способностей, определяющих уровень академической успеваемости.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования: авторы заявляют о финансировании проведенного исследования из собственных средств.

Литература / References

1. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Надеждин Д.С. Возрастно-половые особенности психофизиологического развития школьников. *Российский педиатрический журнал*. 2016;19(6):367–73. [Kuchma VR, Sukhareva LM, Nadezhdin DS. Age-gender features of the psychophysiological development of schoolchildren. *Russian Pediatric Journal*. 19(6):367–73 (In Russ).]
2. Намазова-Баранова Л.С., Каркашадзе Г.А., Маслова О.И. Актуальные проблемы диагностики и лечения легких когнитивных нарушений у детей. *Педиатрическая фармакология*. 2011;8(5):6–12. [Namazova-Baranova LS., Karkashadze GA, Maslova OI. Current problems of diagnosis and treatment of mild cognitive impairments in children. *Pediatricskaya Farmakologiya*. 2011;8(5):6–12 (In Russ).]
3. Маслова О.И., Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Каркашадзе Г.А., Мамедъяров А.М., Лазарев М.Л. Современные аспекты изучения когнитивной сферы в развитии ребенка. *Педиатрическая фармакология*. 2012;9(6):72–8. [Maslova OI, Baranov AA, Namazova-Baranova LS, Karkashadze GA, Mamed'jarov AM, Lazarev ML. Modern aspects of studying the cognitive sphere in child development. *Pediatricskaya Farmakologiya*. 2012;9(6):72–8 (In Russ).]
4. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Надеждин Д.С., Сахаров В.Г. Сравнительный анализ психофизиологического развития подростков. *Российский педиатрический журнал*. 2015;18(2):23–7. [Kuchma VR, Sukhareva LM, Nadezhdin DS, Sakharov VG. Comparative analysis of the psychophysiological development of adolescents. *Russian Pediatric Journal*. 2015;18(2):23–7 (In Russ).]
5. Жаворонкова Л.А. *Нейрофизиология: межполушарная асимметрия мозга человека (правши-левши)*. М.: Юрайт, 2019.

- [Zhavoronkova LA. *Neurophysiology: Interhemispheric asymmetry of the human brain (right-handed–left-handed)*. Moscow: Yurayt Publishing House; 2019 (In Russ).]
6. Игнатова Ю.П., Макарова И.И., Зенина О.Ю., Аксенова А.В. Современные аспекты изучения функциональной межполушарной асимметрии мозга (обзор литературы). *Экология человека*. 2016;9:30–9. [Ignatova JP, Makarova II, Zenina OJ, Aksenova AV. Current aspects of functional hemispheric asymmetry studying (literature review). *Human Ecology*. 2016;9:30–9 (In Russ).]
 7. Блинова Н.Г., Лурье С.Б., Васина Е.В. Психофизиологическое развитие учащихся в условиях профильного обучения. *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2011;1:136–40. [Blinova NG, Lure SB, Vasina EV. Psychophysiological development of pupils in conditions of profile training. *Bulletin of the Kemerovo State University*. 2011;1:136–40 (In Russ).]
 8. Попова Е.В. Волокитина Т.В. Особенности развития структуры интеллекта школьников 11–18 лет. *Вестник Северного федерального университета. Серия: естественные науки*. 2012;1:77–86. [Popova EV, Volokitina TV. Features of intellect structure development in schoolchildren aged 11–18 years. *Arctic Environmental Research*. 2012;1:77–86 (In Russ).]
 9. Безруких М.М., Логинова Е.С., Парцалис Е.М. Комплексная диагностика индивидуальных нарушений когнитивного развития и их коррекция. *Физиология человека*. 2015;41(4):18–30. [Bezrukih MM, Loginova ES, Parcalis EM. Comprehensive diagnosis of individual disorders of cognitive development and their correction. *Human Physiology*. 2015;41(4):18–30 (In Russ).]
 10. Мороз М.П. *Экспресс-диагностика функционального состояния и работоспособности человека: методическое руководство*. М., 2003. [Moroz MP. *Express diagnostics of a person's functional state and working capacity: Methodical Guide*. Moscow; 2003 (In Russ).]
 11. Олада Э.Я., Китаев А.В., Савченко А.А., Мязишев Е.В., Пропой Г.С. *Способ определения степени межполушарной асимметрии мозга*. Патент РФ, 2005. [Olada EYa, Kitaev AV, Savchenko AA, Myakishev EV, Propoy GS. *Method for determining the degree of interhemispheric asymmetry of the brain*. Patent RF; 2005 (In Russ).]
 12. Сысоев В.Н. *Тест Э. Ландольта. Диагностика работоспособности*. СПб., 2000. [Sysoev VN. *Test E. Landolt. Health diagnostics*. Saint Petersburg; 2000 (In Russ).]
 13. Гуревич К.М., Аким М.К., Борисова Е.М., Логинова Г.П., Раевский А.М., Ференс Н.А. Тест АСТУР. *Психологическая наука и образование*. 1996;1(1):105–6. [Gurevich KM, Akim MK, Borisova EM, Loginova GP, Raevsky AM, Ferens NA. Test ASTUR. *Psichologicheskaja Nauka i Obrazovanie*. 1996;1(1):105–6 (In Russ).]
 14. Сетко Н.П., Сетко А.Г., Булычева Е.В. *Адаптационная медицина детей и подростков*. Оренбург: ОрГМУ, 2018. [Setko NP, Setko AG, Bulychева EV. *Adaptive medicine for children and adolescents*. Orenburg: OrSMU; 2018 (In Russ).]
 15. Ратанова Т.А. Взаимосвязь показателей интеллекта и когнитивной дифференцированности в зависимости от специализации обучения студентов. *Психология интеллекта и творчества. Традиции и инновации: материалы научной конференции, посвященной памяти Я.А. Пономарева и В.Н. Дружинина*. М., 2010:162–70. [Ratanova TA. The relationship between the indicators of intelligence and cognitive differentiation, depending on the specialization of training students. *Psychology of intelligence and creativity. Traditions and innovations: Proceedings of a scientific conference*. Moscow; 2010:162–70 (In Russ).]