Дата публикации: 01.12.2021
DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_04_22
УДК 577.17.04-053.2:796

НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЧАЩИХСЯ 3-4-Х КЛАССОВ В ДИНАМИКЕ ОБУЧЕНИЯ

Т.В. Челышкова, А.В. Шаханова, М.Н. Силантьев, А.А. Кузьмин
ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет»,
г. Майкоп, Россия

Ключевые слова: учащиеся начальных классов, сенсомоторные реакции, помехоустойчивость, реакция на движущийся объект, теппинг-тест.

Аннотация. Цель исследования – характеристика нейродинамических особенностей учащихся 3-4-х классов в ходе двух лет обучения. Выявлено увеличение временных параметров зрительно-моторной реакции и количества ошибок при выполнении тестов: «простая зрительно-моторная реакция» и «помехоустойчивость». К концу 4-го класса возрастает контингент с преобладанием торможения нервных процессов, в большей степени у девочек. Такая специфика функционирования центральной нервной системы отражает значительное снижение функциональных возможностей организма на фоне усиления эффекта кумуляции утомления на завершающем этапе начального образования.

NEURODYNAMIC FEATURES OF THE 3RD-4TH GRADE PUPILS WITHIN LEARNING DYNAMICS

T.V. Chelyshkova, A.V. Shakhanova, M.N. Silant’ev, A.A. Kuz’min
Adyghe State University, Majkop, Russia

Key words: primary school pupils, sensorimotor reactions, hindrance stability, reaction to a moving object, tapping test.

Annotation. The basic neurodynamic indicators of the 3rd-4th grade pupils in the course of two academic years have been analyzed. An increase in the time parameters of the visual-motor reaction and the number of errors during the performance of the tests “simple visual-motor reaction” and “hindrance immunity” were revealed. By the end of the 4th grade, the contingent with a predominance of inhibition of nervous processes increases, mostly in girls. Such specificity of the functioning of the central nervous system reflects a significant decrease in the functional capabilities of the organism against the background of an increase in the effect of fatigue accumulation at the final stage of primary education.

Введение. Выявление специфики функционирования нервной системы в процессе онтогенеза является важнейшим условием обеспечения нормального физического и психического развития ребенка. Педагогическая эффективность обучения определяется тем, насколько образовательная среда адекватна и соответствует возрастным психофизиологическим особенностям учащихся. Особенности функционирования физиологических систем на разных этапах возрастного развития достаточно давно привлекают внимание исследователей [1-6]. Несмотря на большое количество накопленного фактологического материала, данные возрастной физиологии не находят должного применения в педагогическом процессе. В период обучения в школе организм детей и подростков обладает своей спецификой адаптации, когда на фоне непрерывных ростовых процессов необходимо одновременно приспосабливаться к достаточно большим по объему и интенсивности образовательным программам. Важность разрешения противоречий между биологической и социальной программами развития определяет необходимость поиска такого построения учебного процесса, который мог бы учитывать как возрастные функциональные, так и адаптивные возможности организма ребенка.

Согласно концепции П.К. Анохина, в структуре функциональных систем, обеспечивающих процессы устойчивого уровня активности при минимизации физиологической цены, центральная нервная система занимает ведущее место, и адаптация организма напрямую зависит от взаимодействия между управляющими и исполнительными контурами регуляции [7]. Достаточно большую роль в формировании адаптационного ответа на воздействующий фактор, в том числе и на учебные нагрузки, играют такие свойства, как психомоторная работоспособность, подвижность нервных процессов, тревожность, и др. Функциональные нейродинамические компоненты, реализующие сенсомоторную деятельность, интенсивно развиваются в детском возрасте [5]. При этом необходимо учитывать, что период обучения в начальной школе – период наибольшей чувствительности к факторам среды, в том числе и неблагоприятным.

В этом плане вопрос оценки условий образовательной среды и ее влияния на организм обучающихся в начальной школе является актуальным, так как детский организм является недостаточно защищенным в результате недостаточного развития функциональных систем и незавершенности развития процессов роста, формообразования и адаптации, когда еще не сформировался баланс функциональных резервов, а учебная деятельность при этом предъявляет дополнительные требования к психофизиологическим ресурсам организма, особенно в условиях инновационных образовательных

программ [8]. Именно центральная нервная система способна обеспечивать реакции компенсации, то есть активизировать расход функциональных резервов за счет сопряженных исполнительных систем при недостатке функциональных резервов одной из систем [9-10].

Исследования, касающиеся психофизиологической оценки влияния современных форм организации обучения на текущее функциональное состояние нервной системы младших школьников, носят фрагментарный характер и представляют современную актуальную проблему.

Методы и организация исследования. В лонгитюдинальном исследовании принимали участие учащиеся начальных классов в количестве 29 человек, обучавшиеся в общеобразовательной школе по программе «Школа России». Эксперимент проводился в ходе их обучения в 3-м и 4-м классах.

Изучение особенностей нейродинамического статуса учащихся осуществлялось с помощью компьютерного комплекса «НС-ПсихоТест» (фирма «НейроСофт», г. Иваново). Исследовались показатели простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), теппинг-теста, помехоустойчивости. Эти методики являются классическими и позволяют охарактеризовать качество быстроты действия, лабильность, подвижность и силу нервных процессов. Кроме этого определялись показатели реакции на движущийся объект (РДО), которая лежит в основе проявления быстроты действия, отражающих лабильность и подвижность нервных процессов, степень их сбалансированности [11].

Данные были подвергнуты статистической обработке с использованием программного пакета STATISTICA 6.0. Оценка достоверности различий проводилась методом парных сравнений Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. Сила нервных процессов, определяя функциональные ресурсы обучающегося, является одной из активных составляющих образовательного процесса и напрямую влияет на успешность обучения. Свойства нервной системы могут быть лимитирующим фактором в эффективной реализации учебной деятельности. Одним из интегральных нейродинамических показателей, определяющих силу нервных процессов и являющихся базовым индикатором функционального состояния центральной нервной системы, является максимальная частота движений или теппинга [4].

Результаты теппинг-теста показали, что у 25% учащихся 3-го класса сильный тип нервной системы, на фоне которого организм способен выдерживать более интенсивную и длительную нагрузку без фазы снижения функциональных резервов центральной нервной системы. У 46%

обследованных учащихся нервная система средней силы. Данный тип характеризуется стабильностью показателей, умеренной работоспособностью нервных клеток, максимальный темп удерживается примерно на одном уровне в течение всего времени работы. 11% учащихся характеризуются слабым типом нервной системы. Максимальный темп работы отмечается у них в первые 5 секунд работы и уже со второго 5-секундного отрезка снижается и остается на сниженном уровне до конца работы. Это означает, что у данного контингента школьников достаточно быстро развивается фаза утомления, приводящая к снижению функциональных резервов центральной нервной системы и работоспособности организма.

Гендерный анализ психомоторных показателей, полученных в условиях теппинг-теста, выявил, что если в 3-м классе динамика психомоторной работоспособности мальчиков и девочек не имела достоверно значимых различий, то в 4-м классе у мальчиков была зарегистрирована более высокая психомоторная работоспособность, чем у девочек, на протяжении практически всего периода работы ($p<0,05$). Уровень работоспособности девочек стал ниже, чем в 3-м классе ($p<0,05$) (рис. 1, 2).

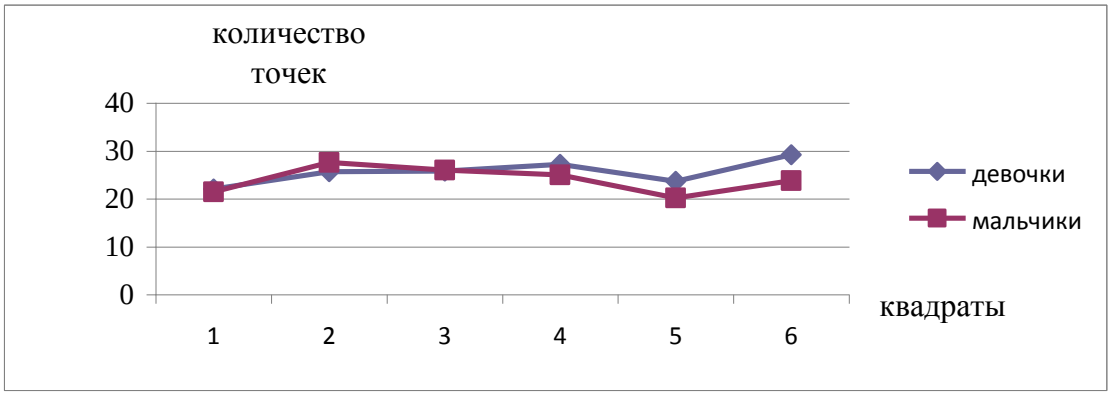


Рис. 1. Кривая работоспособности учащихся 3-го класса по результатам теппинг-теста

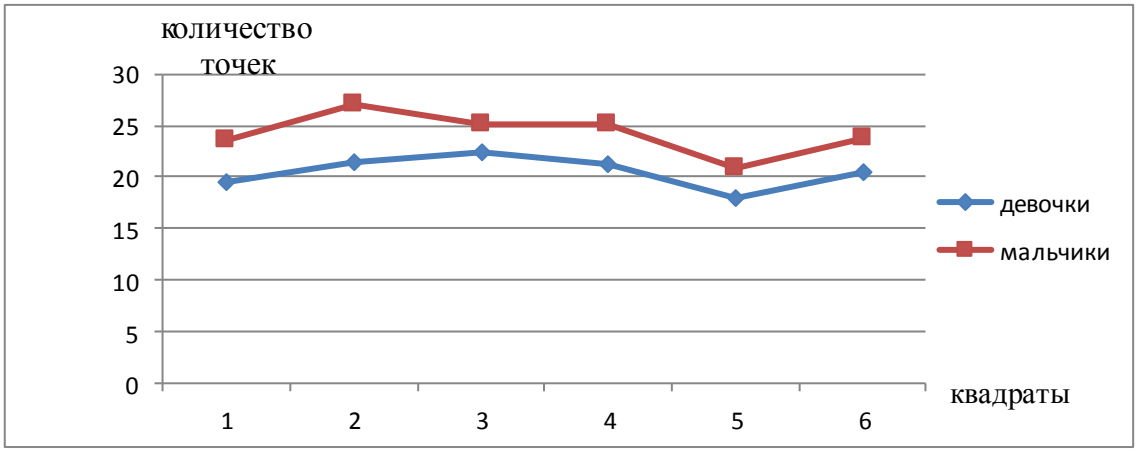


Рис. 2. Кривая работоспособности учащихся 4-го класса по результатам теппинг-теста

Это означает, что ведущим фактором выявленных изменений является кумулятивный эффект развившегося утомления к концу обучения в начальном звене школы, и у девочек он более выражен в силу более прилежного отношения к учебе, более высокого уровня мотивации на достижение успеха.

Сравнительная оценка латентного периода простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), отражающего качество быстроты и уровень сенсорной коррекции, показала, что среди всех обследованных школьников он соответствовал возрастным нормативным значениям. К концу учебного года в 4-м классе время ПЗМР несколько увеличилось, но при этом не выходило за пределы нормы. Статистически значимых различий ПЗМР между мальчиками и девочками выявлено не было. Вместе с тем, число ошибочных действий (пропусков и преждевременных нажатий) в условиях теста ПЗМР увеличивалось от начала к концу учебного года равным образом, как у девочек, так и у мальчиков (табл.). Ухудшение временных и точностных параметров деятельности, как правило, сопряжено со снижением работоспособности [11].

Согласно исследованиям О.Б. Гилевой [12], время реакции можно рассматривать как психофизиологический предиктор академической успешности. Это согласуется и с данными других исследователей, показывающих, что увеличение времени реакции является фактором риска дезадаптации учащихся [2].

Таблица

Нейродинамические показатели у учащихся 3-4 классов

	мальчики	девочки	мальчики		девочки	
Период	3 класс осень		4 класс осень	4 класс весна	4 класс осень	4 класс весна
Простая зрительно-моторная реакция						
Время реакции, мс	289,3±8,2	3112,0±7,3	270,4±10,1	276,6±9,4	292,5±10,2	293,3±9,0
Количество ошибок	2,0±0,1	2,2±0,2	2,2±0,1	3,0±0,1	2,4±0,2	2,9±0,2
Коэффициент точности	0,09±0,04	0,09±0,03	0,09±0,01	0,9 ±0,01*	0,09±0,02	0,94±0,02*
Помехоустойчивость						
Время реакции, мс	335,4±10,3	343,0±18,6	316,8±29,7	425,3±31,1*	348,2±27,2	445,5±36,0*
Количество ошибок	2,7±0,4	3,7±0,5	3,1±0,3	4,4±0,4	2,3±0,3	3,3±0,4
Коэффициент точности	0,09±0,05	0,10±0,03	0,12±0,01	0,9±0,02*	0,08±0,01	0,9±0,01*

Примечание: * – достоверность различий ($p<0,05$) между учащимися в различные периоды обследования (осень-весна)

Необходимо отметить, что среди школьников, успешных в обучении, также могут встречаться дети с высоким временем ПЗМР. Это означает, что такие учащиеся подвергаются перегрузкам и относятся к контингенту риска по развитию дезадаптации на фоне возросшей физиологической цены адаптации при утомлении и переутомлении.

Значение коэффициента точности при выполнении задания у обследованных нами школьников, как у мальчиков, так и у девочек ухудшается от начала к концу четвертого года обучения (с 0,09±0,01 до 0,93±0,01, $p<0,01$). Это еще раз указывает на развитие утомления.

Тест «Помехоустойчивость» является вариантом зрительно-моторной реакции в условиях динамической помехи. Увеличение времени реакции, количества ошибок, достоверное ухудшение коэффициента точности к весне 4-го класса свидетельствует об ухудшении адаптивной ситуации (табл.).

С позиции теории онтогенеза время реакции закономерно уменьшается с возрастом, так как в процессе онтогенеза совершенствуется система регуляции, в том числе определяющая и особенности восприятия, анализа предъявляемых стимулов. Из литературы известно, что в возрасте 10 лет завершается очередной этап структурно-функциональных преобразований мозга, в результате чего организм ребенка приобретает новые функциональные возможности. Период от 10 до 11 лет, согласно некоторым исследованиям [3], характеризуется резким снижением среднего значения времени реакции. И тот факт, что у обследованного нами контингента наблюдается, напротив, ухудшение функционального состояния центральной нервной системы, означает, что выявленные изменения вызваны не столько естественными процессами роста и развития в ходе онтогенеза, сколько кумулятивным эффектом учебных занятий, приводящих к развитию утомления, когда возрастает физиологическая цена адаптации. В этом случае организм платит высокой затратой энергии различных резервов, в том числе защитных, за счет мобилизации физиологических систем регуляторного, адаптивного, гомеостатического и поведенческого уровня. На фоне напряжения регуляторно-адаптивных и гомеостатических механизмов адаптации происходит снижение функциональных резервов, что, как правило, сопровождается появлением гемодинамических, энергетических и структурных нарушений в исполнительных системах, приводит к изменению текущего функционального состояния нервной системы, развитию фазы дезадаптации [8, 11].

Аналогичные выводы можно сделать, анализируя результаты реакции на движущийся объект. Так, в начале учебного года, как у девочек, так и у мальчиков преобладало число реакций опережения (40,0% и 53,5%), а уже к

концу обучения в 4-м классе происходит резкое возрастание числа запаздываний с 23,4% до 43,5% у мальчиков и с 20,0% до 45,7% у девочек.

Реакция на движущийся объект является достаточно тонким индикатором функционального состояния центральной нервной системы, отражающим степень ее утомления. Выявленная нами динамика увеличения количества реакций запаздывания свидетельствует об изменении баланса нервных процессов у младших школьников в ходе учебной деятельности, объем и интенсивность которой не соответствуют возрастным и адаптационным возможностям обследуемых школьников.

Заключение. Таким образом, выявленная динамика базовых нейродинамических показателей у учащихся 3-4 классов указывает на ухудшение функционального состояния центральной нервной системы к концу 4-го года обучения, когда происходит увеличение времени реакции и количества ошибок, рост контингента с неуравновешенностью нервных процессов, в частности, с преобладанием торможения, причем в большей степени у девочек. Высокая интенсификация учебного процесса, психоэмоциональные и учебные перегрузки, инновационные образовательные технологии предъявляют дополнительные требования к психофизиологическим ресурсам детей, приводя к развитию скрытого компенсируемого утомления, а в случае невозможности его компенсации – переутомления [1]. При этом наиболее часто негативные последствия, связанные с так называемым «школьным» стрессом (ответы у доски, письменные проверочные работы, публичное оценивание), формируются уже на завершении начального этапа систематического обучения в школе, в результате – потеря должного уровня здоровья, мотивации к обучению, снижение эффективного усвоения образовательных программ. Это означает, что необходимо менять стратегию обучения с учетом текущего функционального состояния центральной нервной системы, степени развития утомления.

Полученные нами данные показывают, что обучение в современной школе является чрезмерно стрессонасыщенным периодом в жизни детей, что выражается в неблагоприятной динамике психофизиологических показателей. Необходимо подчеркнуть, что в настоящее время происходят значительные изменения, которые касаются структуры начального образования, его форм, контроля и других аспектов [6, 13]. Одним из таких изменений является введение в систему образования системы мониторинга качества образования в форме проверочных работ. Однако дополнительная, можно сказать, экзаменационная нагрузка предъявляет и дополнительные требования к психофизиологическим ресурсам детей, приводит к

увеличению уровня тревожности, нарушению баланса нервных процессов, что создает предпосылки к ухудшению самочувствия, снижению стрессоустойчивости и снижению успеваемости. В ряде работ показана связь между значениями психофизиологических показателей учащихся и эффективностью учебной деятельности – успеваемостью [12].

Вместе с тем, при индивидуальном анализе успеваемости и нейродинамических показателей прослеживается в ряде случаев парадоксальная ситуация, когда в группе детей, обладающих высокой успеваемостью, отмечалось ухудшение психофизиологических показателей. Это означает, что организм платит высокую физиологическую «цену» за столь успешный результат деятельности. Исходя из этого, в педагогической практике необходим учет индивидуальных психофизиологических показателей школьников, что позволит достигнуть основной цели – повышения эффективности обучения и сохранение высокого уровня здоровья за счет правильной организации продуктивной работы каждого учащегося.

Список литературы

1. Бережков Л.Ф. Динамика состояния здоровья детей за время обучения в школе / Л.Ф. Бережков, Н.М. Бондаренко // Успехи физиологических наук. – 2012. – № 1. – С. 39-47.

2. Быструшкин С.Х. Особенности организации внимания и эмоционального восприятия у детей в норме и при нарушениях интеллектуального развития / С.К. Быструшкин, Р.И. Айзман, Л.И. Афтанас // Бюллетень СО РАМН. – 2008. – № 3. – С. 96-100.

3. Варич Л.А. Особенности психофизиологической адаптации учащихся младшего школьного возраста / Л.А. Варич, Ю.В. Сорокина // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2017. – № 2. – С. 117-122.

4. Думбай Н.В. Показатели скорости сенсомоторных реакций и теппинг – теста у школьников начальных классов в разные годы обучения в школе / Н.В. Думбай, И.Ю. Шамыгина // Валеология. – 2004. – № 3. – С. 42-48.

5. Тихонова О.Н. Формирование психомоторных качеств у детей и подростков 7 – 16 лет / О.Н. Тихонова // Бюллетень института развития ребенка. – 2008. – № 1. – С. 121-124.

6. Шаханова А.В. Образование и здоровье: физиологические аспекты / А.В. Шаханова, Т.В. Глазун // Майкоп: АГУ. – 2008. – 195 с.

7. Анохин П.К. Системные механизмы высшей нервной деятельности / П.К. Анохин // М.: Наука. – 1979. – 453 с.

8. Медведев В.И. Взаимодействие физиологических и психологических механизмов в процессе адаптации / В.И. Медведев // Физиология человека. – 1998. – Т. 24. – № 4. – С. 7.

9. Агаджанян Н.А. Адаптационная и этническая физиология: продолжительность жизни и здоровье человека / Н.А. Агаджанян // М.: Изд-во РУДН. – 2009. – С. 24-26.

10. Ожева Р.Ш. Роль механизмов адаптации в сохранении здоровья населения / Р.Ш. Ожева // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 9. – С. 128-129.

11. Шаханова А.В. Психофизиологические основы физической работоспособности студентов вуза в условиях спортивной деятельности / А.В. Шаханова, Т.Г. Петрова // Майкоп: Изд-во АГУ. – 2015. – 124 с.

12. Гилева О.Б. Время реакции как психофизиологический предиктор академической успешности школьников / О.Б. Гилева // Журнал медико – биологических исследований. – 2013. – № 3. – С. 14-23.

13. Шаханова А.В. Инновационные образовательные технологии, двигательная активность, адаптация / А.В. Шаханова, М.Н. Силантьев // Майкоп: «Качество». – 2007. – 151 с.

References

1. Berezhkov L.F. Dynamics of the health state of children during training at school / L.F. Berezhkov, N.M. Bondarenko // Successes of Physiological Sciences. – 2012. – № 1. – P. 39-47.

2. Bystrushkin S.Kh. Features of organizing attention and emotion perception in children in the normal condition and in case of intellectual development disorders / S.Kh. Bystrushkin, R.I. Ajzman, L.I. Aftanas // Bulletin of the Siberian Department of the RAMS. – 2008. – № 3. – P. 96-100.

3. Varich L.A. Features of psychophysiological adaptation of pupils of primary school age / L.A.Varich, Yu.V. Sorokina // Bulletin of the Kemerovo State University. – 2017. – № 2. – P. 117-122.

4. Dumbaj N.V. Indicators of the speed of sensorimotor reactions and tapping test in primary school students in different years of schooling / N.V. Dumbaj, I.Y. Shamygina // Health Science. – 2004. – № 3. – P.42-48.

5. Tikhonova O.N. Formation of psychomotor qualities in children and adolescents aged 7-16 years / O.N. Tikhonova // Bulletin of the Institute of Child Development. – 2008. – № 1. – P. 121-124.

6. Shakhanova A.V. Education and health: physiological aspects / A.V. Shakhanova, T.V. Glazun // Majkop: ASU. – 2008. – 195 p.

7. Anokhin P.K. System mechanisms of higher nervous activity / P.K. Anokhin // M.: Science. – 1979. – 453 p.

8. Medvedev V.I. Interaction of physiological and psychological mechanisms in the process of adaptation / V.I. Medvedev // Human Physiology. – 1998. – Vol. 24. – № 4. – P. 7.

9. Agadzhanyan N.A. Adaptation and ethnic physiology: life expectancy and human health / N. A. Aghadzanyan // M.: PFUR's Publishing House. – 2009. – P. 24-26.

10. Ozheva R.S. The role of adaptation mechanisms in the preservation of public health / R.S. Ozheva // Modern Science-Driven Technologies. – 2010. – № 9. – P. 128-129.

11. Shakhanova A.V. Psychophysiological basics of physical performance of university students in conditions of sports activity / A.V. Shakhanova, T.G. Petrova // Majkop: ASU's Publishing House. – 2015. – 124 p.

12. Gileva O.B. Reaction time as a psychophysiological predictor of academic success of schoolchildren / O.B. Gileva // Journal of Biomedical Research. – 2013. – № 3. – P. 14-23.

13. Shakhanova A.V. Innovative educational technologies, motor activity, adaptation / A.V. Shakhanova, M.N. Silant'ev // Majkop: «Quality». – 2007. – 151 p.

Сведения об авторах: Татьяна Васильевна Челышкова – кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО АГУ, Майкоп, e-mail: chelyshkova_t@mail.ru; **Ангелина Владимировна Шаханова** – доктор биологических наук, заведующая кафедрой физиологии, профессор, ФГБОУ ВО АГУ, Майкоп, e-mail: ishahanova@icloud.com; **Михаил Николаевич Силантьев** – кандидат биологических наук, первый проректор, доцент, ФГБОУ ВО АГУ, Майкоп, e-mail: smn1977@mail.ru; **Андрей Александрович Кузьмин** – кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО АГУ, Майкоп, e-mail: kuzmin@adygnet.ru.

Information about the authors: Tat'yana Vasil'evna Chelyshkova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Adyghe State University, Majkop, e-mail: chelyshkova_t@mail.ru**; Angelina Vladimirovna Shakhanova –** Doctor of Biological Sciences, Professor of the Adyghe State University, Majkop, e-mail: ishahanova@icloud.com**; Mikhail Nikolaevich Silant'ev –** Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Adyghe State University, Majkop, e-mail: smn1977@mail.ru**; Andrej Aleksandrovich Kuz'min –** Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Adyghe State University, Majkop, e-mail: kuzmin@adygnet.ru.