

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ДОСТИЖЕНИЕ  
РЕЗУЛЬТАТА ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПРИ ТЕСТИРОВАНИИ ЗНАНИЙ

Ю.Е. ВАГИН

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П. К. Анохина»,  
ул. Балтийская, д. 8, г. Москва, 125315, Россия, e-mail: [nphys@nphys.ru](mailto:nphys@nphys.ru)

**Аннотация.** Системная организация целенаправленного поведения остается предметом исследования физиологии. **Цель исследования** – изучение роли компонентов интегративной деятельности мозга и напряжения организма в достижении результата целенаправленного поведения. **Материалы и методы исследования.** Психофизиологические процессы исследовали у 70 студентов при тестировании из знаний по физиологии в начале, середине и конце семестра. Величины мотивации, знаний, эмоций и обстановочной информации оценивали по ответам студентов на наборы вопросов. Непрерывно регистрировали электрокардиограмму. Напряжение организма до и во время тестирования студентов вычисляли по величине уменьшения стандартного отклонения длительности сердечных циклов в процентах от величины этого отклонения в покое. **Результаты и их обсуждение.** Установлено, что результаты тестирования увеличивались от начала к концу семестра, и величины результата тестирования в начале, середине и конце семестра статистически значимо различались. Увеличение величины мотивация достижения результата, знаний по физиологии, эмоционального напряжения и обстановочной информации приводило к увеличению движущей силы поведения студентов по достижению результата тестирования ( $r=0,55, 0,53, 0,35$  и  $0,41$ ). Повышение движущей силы поведения студентов от начала к концу семестра увеличивало результативность тестирования знаний студентов ( $r=0,46$ ). Перед тестированием было напряжение организма, которое увеличивалось на 10-13 % при тестировании. **Заключение.** Результативное поведение студентов обеспечивается движущей силой поведения, включающей мотивацию, знания, эмоциональное напряжение и обстановочную информацию. При действии, направленном на достижения результата, напряжение организма увеличивается.

**Ключевые слова:** мотивация, память, эмоции, движущая сила поведения, напряжение организма, результат поведения.

PSYCHOPHYSIOLOGICAL PROCESSES ENSURING THE ACHIEVEMENT  
OF STUDENTS' BEHAVIORAL RESULTS IN KNOWLEDGE TESTING

YU.E. VAGIN

P. K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology,  
Baltiyskaya St., 8, Moscow, 125315, Russia, e-mail: [nphys@nphys.ru](mailto:nphys@nphys.ru)

**Abstract.** The systemic organization of purposeful behavior remains the subject of physiological research. **The research purpose** was to study the role of the components of the brain integrative activity and the stress of the organism in achieving the result of purposeful behavior. **Materials and methods.** Psychophysiological processes were studied in 70 students when testing from knowledge of physiology at the beginning, middle and end of the semester. The values of motivation, knowledge, emotions, and situational information were assessed by the students' answers to sets of questions. An electrocardiogram was recorded continuously. The body tension before and during testing of students was calculated by the value of the decrease in the standard deviation of the duration of cardiac cycles as a percentage of the value of this deviation at rest. **Results and its discussion.** It was found that the testing results increased from the beginning to the end of the semester, and the values of the testing results at the beginning, middle and end of the semester were statistically significantly different at  $p < 0.05$ . An increase in the value of motivation to achieve a result, knowledge of physiology, emotional stress and situational information led to an increase in the driving force of students' behavior to achieve the testing result ( $r = 0.55, 0.53, 0.35$  and  $0.41$ ). An increase in the driving force of students' behavior from the beginning to the end of the semester increased the efficiency of students' testing ( $r = 0.46$ ). Before testing, there was body tension, which increased by 10-13% during testing. **Conclusions.** The effective behavior of students is provided by the driving force of behavior, including motivation, knowledge, emotional stress, and situational information. With an action aimed at achieving the result, the body's tension increases.

**Keywords:** motivation, memory, emotions, driving force of behavior, tension of the organism, result of behavior.

**Введение.** Системная организация целенаправленного поведения включает стадии афферентного синтеза поступающей в мозг информации, действие организма направленного на достижение результата поведения и конечный результат, который является причиной образования функциональной системы поведения [1]. При возникновении в организме внутренней потребности в мозге происходит взаимодействие мотивационного возбуждения, памяти, эмоций, обстановочной и пусковой афферентации [8]. Интегративная деятельность мозга приводит к формированию движущей силы поведения, которая обеспечивает действие организма, направленное на достижение результата поведения [4]. Действие организма приводит к достижению нескольких этапных и конечного результата, которые удовлетворяют внутреннюю потребность организма [7]. При достижении этапных результатов движущая сила поведения уменьшается и приближается к минимуму при достижении конечного результата поведения [3].

Однако, остается мало изученным какие компоненты афферентного синтеза имеют главное, а какие второстепенное значение в формировании движущей силы поведения. Мало исследована роль действия организма. Оно только обеспечивает достижение результата поведения, или возникающее при действии напряжение организма влияет на величину движущей силы поведения?

**Цель исследования** – изучение роли компонентов интегративной деятельности мозга и напряжения организма в достижении результата целенаправленного поведения.

Для достижения этих целей было выбрано поведение студентов при тестировании из знаний. Поведение студентов включало достижение этапных и конечного результата, и давало возможность исследовать несколько важных для организации поведения психофизиологических процессов.

**Материалы и методы исследования.** Протокол исследования был одобрен комитетом по биомедицинской этике ФГБУН НИИ нормальной физиологии им. П. К. Анохина РАН и выполнен в соответствии с Хельсинкской декларацией [9].

*Контингент обследуемых студентов.* Было обследовано 70 студентов 2 курса в возрасте от 18 до 22 лет в ходе обучения их на кафедре нормальной физиологии Сеченовского университета.

*Дизайн исследования.* Обследование каждого студента проводили в изолированной от других студентов экспериментальной лаборатории. Каждого студента обследовали в начале, середине и конце второго учебного семестра по нормальной физиологии.

Перед началом тестовой проверки знаний у студентов исследовали исходные психофизиологические параметры. Мотивацию достижения результата тестирования студентов определяли с помощью ответов на 22 вопроса. Утвердительные ответы студентов на половину вопросов и отрицательные ответы на другую половину вопросов свидетельствовали о наличии мотивации. При составлении вопросника в качестве основы был использован вопросник «оценки потребности в достижении» [5]. Величину мотивации студентов измеряли в баллах от 0 до 22.

Объем накопленных студентами знаний определяли по письменным ответам студентов на 4 вопроса по нормальной физиологии одного из 10 вариантов произвольно выбранного студентом. Количество вопросов по разным темам физиологии было одинаковым в каждом варианте. Ответ на каждый вопрос оценивал преподаватель по пятибалльной шкале. Баллы, полученные за ответы на 4 вопроса, суммировали. Объем знаний студентов измеряли в баллах от 0 до 20.

Эмоциональное напряжение студентов оценивали с помощью вопросника, включающего 4 раздела оценки эмоционального состояния: 1) спокойствие или беспокойство, 2) бодрость или усталость, 3) неподнятость или подавленность настроения, 4) уверенность или беспомощность. Каждый раздел включал 10 утверждений, имеющих балльную оценку от 1 до 10. В каждом разделе студенту было необходимо выбрать одно из утверждений в каждом разделе вопросника, которое наиболее полно соответствовало эмоциональному состоянию студента в момент ответа. Полученные баллы за каждый раздел вопросника суммировали. При составлении вопросов в качестве основы был использован вопросник «самооценки эмоционального состояния» [5]. Величину эмоционального напряжения студентов измеряли в баллах от 4 до 40.

Затем проводили основной этап исследования на компьютере. Тестирование знаний студентов по нормальной физиологии проводили с помощью одного из вариантов тестов, включающем 20 вопросов. Деятельность каждого студента заключалась в выборе на экране компьютера правильного ответа из 5 предложенных ответов на поставленный вопрос, и занесении номера выбранного ответа в протокол. Предъявление каждого вопроса продолжалось до 1 мин. После ответа на каждый вопрос на экране компьютера возникала надпись о правильном или неправильном ответе и о суммарном количестве правильных и неправильных ответов на все предыдущие вопросы. Это предоставляло возможность студенту оценивать как промежуточные результаты, так и конечный результат тестирования. Нажатием надписи «далее» студент переходил к следующему вопросу.

После окончания тестирования знаний студенты характеризовали обстановочную информацию в ходе тестирования и оценивали вклад мотивации, накопленных знаний, эмоций и обстановочной информации – в движущую силу учебной деятельности. Эти показатели дополнительно характеризовали исходное состояние студентов, и могли быть оценены ими только после окончания тестирования знаний.

Обстановочную информацию, способствующую или препятствующую выполнению тестового задания, студенты оценивали по пятибалльной шкале. Студенты учитывали удобство работы за компьютером, простоту подачи вопросов и ответов на них, отсутствие посторонних раздражений в экспериментальной комнате. Обстановочную информацию, способствующую учебной деятельности студентов, измеряли в баллах от 1 до 5.

Долго вклада мотивации, знаний, эмоций и обстановочной информации в движущую силу поведения, направленную на результат тестирования, студенты оценивали в баллах от 1 до 5. На основе сделанной ими оценки были вычислены поправочные коэффициенты для пересчета разных единиц измерения величин компонентов движущей силы поведения в одинаковые единицы. Бальные величины мотивации, знаний, эмоций и обстановочной информации были переведены в проценты от 100% движущей силы поведения студентов, необходимой для успешных ответов на все тестовые вопросы. Одинаковые единицы измерения величин исследуемых компонентов позволил сравнивать между собой вклад каждого из них в достижение результата. Движущая сила поведения каждого студента вычисляли суммированием величин этих компонентов в процентах.

В ходе исследования уровня мотивации и знаний студентов, которое было перед началом тестирования, регистрировали *электрокардиограмму* (ЭКГ) в II стандартном отведении. Регистрацию ЭКГ продолжали при тестировании знаний студентов.

Затем по длительности интервалов между соседними *R* зубцами на ЭКГ вычисляли среднеквадратичное отклонение длительности сердечных циклов (*SDNN*) с помощью компьютерной программы «Нейрософт». *SDNN* вычисляли за время исследования мотивации и знаний студентов перед началом тестирования, при ответе на каждый тестовый вопрос и за весь период тестирования знаний студентов.

Известно, что значения *SDNN* характеризуют меру разброса длительности сердечных циклов. Величина *SDNN* отражает весь спектр циклических компонентов, ответственных за вариабельность сердечного ритма. Величина *SDNN* прямо зависит от тонуса парасимпатической нервной системы и обратно – от тонуса симпатической нервной системы [8], и по величине *SDNN* оценивают вагосимпатический баланс в организме человека [9].

Европейское общество кардиологов считает, что у здоровых людей в состоянии покоя величина *SDNN* равна  $140 \pm 40$  мс [9]. Уменьшение величины *SDNN* отражает степень напряжении регуляторных систем организма [9]. Напряжение организма до и во время тестирования студентов вычисляли по величине уменьшения *SDNN* в процентах от принятой в кардиологии величины *SDNN* в покое.

**Статистический анализ.** Полученные результаты обрабатывали с помощью параметрического пакета программы *Statistica 8* компании «Microsoft». Для каждой группы обследуемых людей вычисляли средние арифметические величины и средние квадратичные отклонения ( $M \pm \sigma$ ) для каждого исследуемого параметра. Различия между средними величинами параметров оценивали по *t*-критерию Стьюдента. Различия между средними величинами параметров были при статистической значимости  $p < 0,05$ .

Наличие корреляционных связей между динамикой изменения параметров оценивали параметрическим методом по коэффициентам линейной корреляции (*r*), значения которых может изменяться от 0 до 1,0. Корреляционные связи между исследуемыми параметрами были статистически значимыми ( $p < 0,05$ ) при значениях *r* больше критического значения. Критическую величину статистически значимых величин *r* вычисляли по величине *t*-критерия Стьюдента и количеству сравниваемых между собой пар параметров в двух выборках исследуемых параметров. При прямой возрастающей зависимости одного параметра от другого статистически значимые величины коэффициента корреляции были  $\geq 0,21$  при статистической значимости  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Величина мотивации к достижению высокого результата тестирования знаний студентов изменялась от 1,5 до 39%. Среднее значение величины мотивации в начале семестра было  $15,0 \pm 1,2\%$ , в середине семестра –  $14,8 \pm 1,3\%$  и в конце семестра –  $17,5 \pm 1,5\%$ .

Величина знаний по физиологии изменялась от 0 до 35,7%. Среднее значение величины знаний в начале семестра было  $8,1 \pm 1,1\%$ , в середине семестра –  $12,6 \pm 1,5\%$  и в конце семестра –  $13,5 \pm 1,9\%$ .

Величина вклада эмоционального напряжения в тестировании знаний студентов изменялся от 2,8 до 48%. Среднее значение величины эмоционального напряжения в начале семестра было  $17,9 \pm 1,6\%$ , в середине семестра –  $15,7 \pm 1,1\%$  и в конце семестра –  $14,1 \pm 0,8\%$ .

Величина роли обстановочной информации в тестировании знаний студентов изменялась от 2,3 до 36%. Среднее значение величины роли обстановочной информации в начале семестра было  $14,5 \pm 1,5\%$ , в середине семестра –  $16,9 \pm 1,2\%$  и в конце семестра –  $18,1 \pm 1,4\%$ .

Мотивация достижения результата, знания по физиологии, эмоциональное напряжение и обстановочная информация определяли величину движущей силы поведения студентов по достижению результата тестирования. Величина движущей силы поведения студентов изменялась от 12,5 до 97,4%. Среднее значение величины движущей силы поведения в начале семестра было  $55,5 \pm 2,3\%$ , в середине семестра –  $59,9 \pm 2,1\%$  и в конце семестра –  $63,2 \pm 2,3\%$ . Увеличение движущей силы поведения в конце семестра по сравнению с началом семестра было статистически значимым при  $p = 0,0347$ .

Величина результата тестирования знаний студентов изменялась от 15 до 95%. Среднее значение величины результата тестирования в начале семестра было  $35,0 \pm 2,0\%$ , в середине семестра –  $59,4 \pm 3,4\%$  и в конце семестра –  $79,1 \pm 3,1\%$ . Величины результата тестирования статистически значимо различались в начале и середине семестра при  $p=0,01963$ , в середине и конце семестра при  $p=0,000001$  и в начале и конце семестра при  $p=0,000041$  (рис. 1).

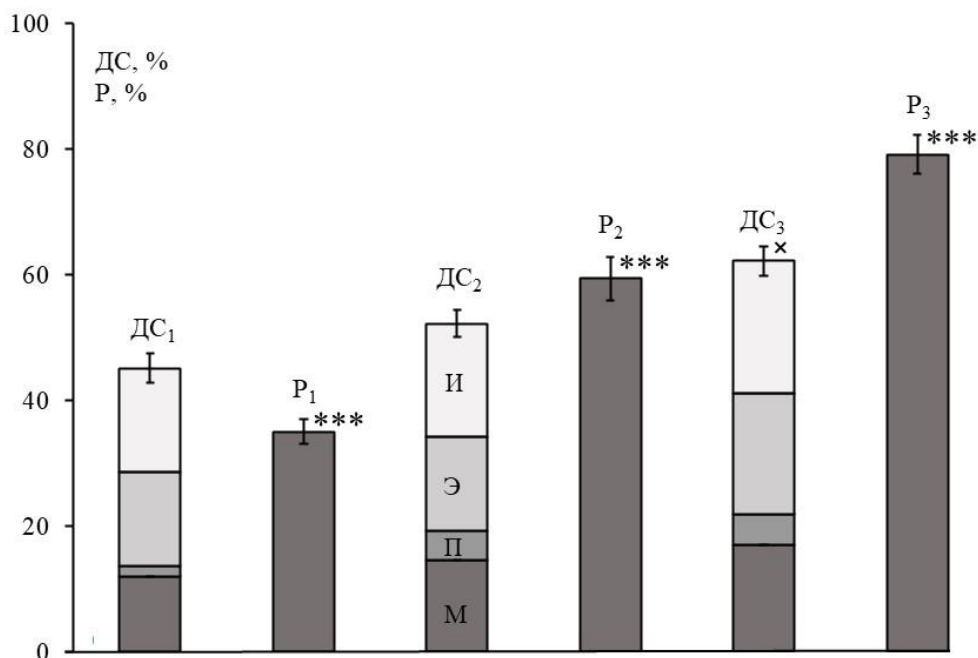


Рис. 1. Движущая сила (ДС, %) поведения и результат (P %) тестирования знаний в начале (1), середине (2) и конце (3) семестра

Примечание: М, П, Э, И – компоненты движущей силы поведения: мотивация, память, эмоции, обстановочная информация. \*\*\* – статистически значимое отличие результата тестирования в начале, середине и конце семестра при  $p < 0,001$ . \* – статистически значимое отличие движущей силы поведения в конце семестра по сравнению с началом семестра при  $p < 0,05$

Увеличение величины мотивация достижения результата, знаний по физиологии, эмоционального напряжения и обстановочной информации приводило к увеличению движущей силы поведения студентов по достижению результата тестирования ( $r=0,55, 0,53, 0,35$  и  $0,41$ , соответственно). Повышение движущей силы поведения студентов от начала к концу семестра увеличивало результативность тестирования знаний студентов ( $r=0,46$ ).

До начала тестирования величина *SDNN* изменялась от 19 до 106 мс. Среднее значение величины *SDNN* в начале семестра было  $60,0 \pm 3,2$  мс, в середине семестра –  $54,7 \pm 2,4$  мс и в конце семестра –  $59,0 \pm 3,1$  мс. Величина напряжение организма студентов в начале семестра была  $57,1 \pm 2,3\%$ , в середине семестра –  $60,1 \pm 1,7\%$  и в конце семестра –  $57,9 \pm 2,2\%$ .

В ходе тестирования величина *SDNN* изменялась от 18 до 95 мс. Величина *SDNN* изменялась при ответе студента на каждый следующий вопрос. Умозрительный анализ величины *SDNN* не обнаружил зависимости ее от правильных или неправильных ответов на вопросы. Невозможно было измерить статистически значимое отличие между величинами *SDNN* при правильных и неправильных ответах на вопросы из-за разного количества этих ответов при каждом тестировании. Среднее значение величины *SDNN* в начале семестра было  $44,0 \pm 2,5$  мс, в середине семестра –  $42,6 \pm 2,4$  мс и в конце семестра –  $40,5 \pm 3,3$  мс. Величина напряжение организма студентов в начале семестра была  $68,5 \pm 1,8\%$ , в середине семестра –  $69,6 \pm 1,7\%$  и в конце семестра –  $71,1 \pm 2,4\%$ .

Величины *SDNN* и напряжения организма в ходе тестирования в начале, середине и конце семестра статистически значимо отличались при  $p < 0,05$  от величин *SDNN* и напряжения организма перед тестированием. Во время тестирования знаний студентов средняя величина *SDNN* по сравнению с величиной *SDNN* перед тестированием уменьшалась в начале семестра на 16 мс, в середине семестра – на 12 мс и в конце семестра – на 18 мс. Величина напряжение организма студентов во время тестирования увеличивалась в начале семестра на 11%, в середине семестра – на 10% и в конце семестра – на 13%.

**Заключение.** Психофизиологические процессы студентов при тестовом контроле их знаний взаимодействовали между собой и были направлены на достижение этапных и конечного результата целенаправленного поведения (рис. 2).



Рис. 2. Взаимодействие психофизиологических процессов студента при тестировании знаний

Примечание:  $P_1, P_n, P_{20}$  – номер результата ответа студента на 20 вопросов по физиологии

Ни один из компонентов афферентного синтеза не имел доминирующее значение в организации целенаправленного поведения студентов по достижению результата тестирования. Мотивация достижения результата, знания по физиологии, эмоциональное напряжение и обстановочная информация в одинаковой степени определяли величину движущей силы поведения студентов. Все четыре компонента афферентного синтеза статистически значимо не отличались в начале, середине и конце семестра.

Движущая сила поведения статистически значимо увеличивалась в процессе обучения студентов. Это увеличение зависело от повышения мотивации достижения результата, знаний по физиологии, эмоционального напряжения и обстановочной информации.

Результат тестирования знаний студентов статистически значимо увеличивался от начала к концу семестра. Повышение результата тестирования прямо зависело от увеличения движущей силы поведения.

Подготовка студентов непосредственно перед тестированием их знаний сопровождалась напряжением организма, которое обеспечивало взаимодействие в мозге четырех компонентов афферентный синтез. Величина напряжения организма сохранялась в течение семестра. В ходе тестирования знаний напряжение организма статистически значимо увеличивалось на 10-13%. Увеличение было и в начале, и в середине, и в конце семестра. Повышение напряжения организма обеспечивало действия студентов при тестировании их знаний.

Таким образом, в основе результативного поведения студентов находится движущая сила поведения, включающая мотивацию, знания, эмоциональное напряжение и обстановочную информацию. Формирование в мозге движущей силы поведения происходит на фоне определенного уровня напряжения организма.

Достижение этапных и конечного результата поведения студентов обеспечивается их целенаправленными действиями, которые определяются дополнительным увеличением напряжения организма.

## Литература

1. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М.: Медицина, 1968. 548 с.
2. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем. Вестник аритмологии. 2002. № 24. С. 65–86.
3. Вагин Ю.Е., Вагина М.Ю. Волновые процессы системоквантов спортивной деятельности // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19, № 4. С. 21–23.
4. Вагин Ю.Е., Судаков К.В. Колебательная модель системоквантов поведения // Известия РАН. Теория и системы управления. 2008. № 6. С. 166–176.
5. Карелина А.А. Психологические тесты. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. Т 1. 312 с.
6. Ковалева А.В., Панова Е.Н., Горбачева А.К. Анализ variability ритма сердца и возможности его применения в психологии и психофизиологии // Современная зарубежная психология. 2013. № 1. С. 35–50.

7. Судаков К.В., Вагин Ю.Е., Андрианов В.В., Зилов В.Г., Киселев И.И. Кванты жизнедеятельности. М.: Московская медицинская академия, 1993. 260 с.
8. Судаков К.В. Функциональные системы. М.: РАМН, 2011. 320 с.
9. Хельсинкская Декларация Всемирной медицинской ассоциации. 1964.

#### **References**

1. Anokhin PK. Biologiya i neyrofiziologiya uslovnogo refleksa [Biology and neurophysiology of the conditioned reflex]. Moscow: Medicine; 1968. Russian.
2. Baevskiy RM, Ivanov GG, Chireykin LV. Analiz variabelnosti serdechnogo ritma pri ispolzovanii razlichnykh elektrokardiograficheskikh sistem [Heart rate variability analysis using different electrocardiographic systems]. Vestnik aritmologii. 2001; 24:65-86. Russian.
3. Vagin YuE, Vagina MYu. Volnovyye protsessy sistemokvantov sportivnoy deyatelnosti [Wave processes of system quanta of sports activity]. Bulletin of new medical. technologies. 2012; 4(19):21-3. Russian.
4. Vagin YuE, Sudakov KV. Kolebatel'naya model' sistemokvantov povedeniya [Oscillatory model of behavior system-quanta]. Izvestiya RAN. Theory and control systems. 2008; 6:166-76. Russian.
5. Karelina A.A. Psikhologicheskiye testy [Psychological tests]. Moscow: Humanit. ed. center VLADOS, 2001. Russian.
6. Kovaleva AV, Panova EN, Gorbacheva AK. Analiz variabel'nosti ritma serdtsa i vozmozhnosti yego primeneniya v psikhologii i psikhofiziologii [Analysis of heart rate variability and possibility of its utilization in psychology and psychophysiology]. Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya. 2013; 1:35-50. Russian.
7. Sudakov KV, Vagin YuE, Andrianov VV, Zilov VG, Kiselev II. Kvanty zhiznedeyatel'nosti. [The quanta of vital activity]. Moscow: Mosk. med. Academy; 1993. Russian.
8. Sudakov KV. Funktsional'nyye sistemy [Functional systems]. Moscow: RAMS,;2011. Russian.
9. WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 1964.

---

#### **Библиографическая ссылка:**

Вагин Ю.Е. Психофизиологические процессы обеспечивающие достижение результата поведения студентов при тестировании знаний // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. №4. Публикация 3-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/3-2.pdf> (дата обращения: 07.07.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-3-2\*

#### **Bibliographic reference:**

Vagin YUE. Psihofiziologicheskie processy obespechivajushhie dostizhenie rezul'tata povedeniya studentov pri testirovanii znaniy [Psychophysiological processes ensuring the achievement of students' behavioral results in knowledge testing]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2021 [cited 2021 July 07];4 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/3-2.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-3-2

\* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/e2021-4.pdf>