

Костромина С.Н., Прокофьева В.В., Гнедых Д.С., Королева М.Е. Психофизиологический мониторинг экзаменационного стресса у школьников



English version: [Kostromina S.N., Prokofeva V.V., Gnedykh D.S., Koroleva M.E. Psychophysiological monitoring of evaluation stress in school children](#)

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Государственный университет Экс-Марсель, Марсель, Франция

Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

[Сведения об авторах](#)

[Литература](#)

[Ссылка для цитирования](#)

Рассмотрены результаты психофизиологического исследования экзаменационного стресса у школьников в ситуации учебной деятельности. Апробирован новый психофизиологический метод телеметрической регистрации кардиоритмографии в классе, разработанный на основе трехкомпонентной модели экстремальных состояний с последовательным доминированием одной из трех стресс-реактивных систем. Выборку исследования составили 76 учащихся пятых классов. Средний возраст участников – 11,4 ($\sigma = 0,48$). Измерение уровня стресса проводилось в ситуации выполнения заданий без оценки и на оценку. Эмпирически показан неоднозначный характер взаимосвязи экзаменационного стресса и академических результатов: снижение качества выполнения контрольной работы при отсутствии физиологических стресс-реакций, деструктивный характер стресса при увеличении длительности его переживания, негативный эффект отсроченного влияния стресса на учебную продуктивность после контрольной работы на следующих этапах учебного процесса (решение заданий без оценки).

Ключевые слова: экзаменационный стресс, психофизиологические стресс-маркеры, школьная тревожность, учебная продуктивность

Экзаменационный стресс (evaluation stress or classroom assessment stress) – собирательное понятие, описывающее генерализованную реакцию (спектр ответных реакций) организма на ситуацию проверки знаний и контроля учебных результатов, включающих механизм адаптации [Selye, 1956; Селье, 1960]. Являясь по сути испытанием, эти ситуации выступают источником стресса, вызывая разного рода отклики: *физиологические* (повышение кровообращения и потоотделения, ускорение сердечного ритма и кожно-гальваническую реакцию), *эмоциональные* (переживание беспокойства, тревоги) и *когнитивные* (осознанная оценка происходящего, актуализация установок и элементов саморегуляции и т.д.).

Активные исследования экзаменационного стресса в течение последних 40 лет как в России [Плотников, 1983; Щербатых, 2000; Пивоварова, Городничев, 2007; Димитриев и др., 2008; Карамова, 2009; Ткачева и др., 2015; и др.], так и за рубежом наглядно демонстрируют негативную корреляцию между экзаменационной тревожностью и академическими результатами [Sarason, 1980; Everson et al., 1994; Ialongo et al., 1994; Grills-Taquichel et al., 2013; и др.].

Между тем нельзя не заметить, что в исследованиях этой широко распространенной проблемы [Мужичкова, Миронова, 2014] присутствует ряд теоретических и методических ограничений. *Первое* из них связано со смешением понятий экзаменационного стресса (evaluation stress) и экзаменационной тревожности (test anxiety). Тем не менее и по содержанию, и по структуре они существенно различаются [Viau, 1995]. Экзаменационный стресс имеет более четко выраженный

источник, так как сама стрессовая реакция есть ответ на внешнюю ситуацию, что обуславливается более коротким протеканием ее во времени. Экзаменационная тревожность может быть реакцией, сформированной в течение более длительного периода (в большинстве случаев – как результат часто повторяющихся негативных ситуаций). Таким образом, ее источники сложнее идентифицировать и проанализировать с точностью.

Важно заметить, что помимо эмоциональной составляющей экзаменационного стресса, многие авторы отмечают наличие когнитивного аспекта при его переживании (осознанной оценки происходящего, актуализации установок и элементов саморегуляции и т.д.). Их соотношение может быть различным: как приоритет когнитивных процессов над состояниями аффекта [Boekaerts, 1993; Smith, Lazarus, 1990, приводится по: Dai et al., 2004], так и преобладание негативных отрицательных эмоций над когнициями [Bower, 1981; Fredrickson, Levenson, 1998; Fielder, Forgas, 1988; Forgas, 1995]. При этом общей позицией выступает признание как эмоциональной, так и когнитивной составляющих в процессе переживания экзаменационного стресса.

Соответственно, формула, с помощью которой можно описать экзаменационный стресс, следующая. Это стимул (источник раздражения), порождающий мысли, связанные с субъективной оценкой ситуации (когнитивный фактор) + реакция (физиологическая: снижение общей мощности спектра вариабельности сердечного ритма, отражающей общий адаптационный потенциал организма, повышение индекса вегетативной вегетативного баланса, отражающего напряженность регуляции функций организма), сопровождающаяся эмоцией (тревожностью). В таком контексте понятие «экзаменационный стресс» выносится за рамки термина «напряженность» или «тревожность», одновременно фиксируясь на многоаспектности стресс-реакции и ее конкретно идентифицированном источнике. Таким образом, появляется возможность проследить как физиологическую часть, которая короче по времени, чем тревожность, но объективно регистрируемая, так и психологическую – выражающуюся в эмоциональном фоне и субъективных оценках происходящего. Учет всей совокупности реакций на экзаменационный стресс позволяет выйти на уровень комплексного описания феномена экзаменационного стресса в контексте учебных достижений школьников.

Второе ограничение уже проведенных исследований вытекает из первого и связано с методическим обеспечением. Несмотря на то что пик исследований на тему школьного стресса и напряженности в зарубежной литературе пришелся на 60–90-е годы, а в России – на 90-е и начало 2000-х, до сих пор большая часть психологических исследований использует созданные в те годы инструменты: TASC [Sarason, 1966], пересмотренный в 1987, «Anxiety Inventory» (TAI), (STAI) [Spielberger, 1980], «The School Situation Survey» [Helms, Gable, 1989], Тест Тейлора [Taylor, 1953] в адаптации Т.А.Немчинова и В.Г.Норакидзе [Немчинова, Норакидзе, 1975], а также методику Филлипса [Phillips, 1978]. В России некоторые методики были адаптированы или модифицированы. Часть из них послужила основанием для создания отечественных методик, например МОДТ [Малкова, 2007]. Однако этот набор психодиагностического инструментария позволяет измерить уровень напряженности и школьной тревожности, но не уровень экзаменационного стресса.

Частично проблему решает использование объективных психофизиологических методов. Например, таких как измерение артериального давления (систолического – САД, диастолического – ДАД, пульсового – ПД), частоты сердечных сокращений (ЧСС), вариабельности сердечного ритма с непрерывной регистрацией R-R-интервалов [Еськов и др., 2008], среднединамического давления (СДД), вегетативного индекса Кердо (ВИК) [Петунова и др., 2009; Ткачева и др., 2015], минутного объема крови (МО), индекса Робинсона (ИР), параметров внешнего дыхания: частоты дыхания, дыхательного объема, объемов потребления кислорода и выделения углекислоты [Пивоварова, Городничева, 2007], пробы сердечно-дыхательного синхронизма [Пухняк и др., 2009], показатели функционирования вегетативной нервной системы [Димитриев и др. 2008]. В то же время реализованные дизайны психофизиологических исследований экзаменационного стресса предполагают фиксацию функциональных показателей в сравнительном аспекте вне контекста естественной деятельности: в спокойном состоянии (в межэкзаменационный период), непосредственно перед экзаменом, а также после экзамена или в течение экзаменационного периода. Таким образом, они лишь косвенно указывают на наличие экзаменационного стресса, не позволяя отделить реальные вегетативные реакции на ситуацию проверки и оценки знаний от тех, которые описывают состояние тревоги при одной лишь «мысли о контрольной или экзамене», то есть от экзаменационной тревожности.

Наконец, *третье* ограничение имеющихся на сегодня результатов связано с возрастом участников. В литературе присутствуют многочисленные данные, касающиеся исследований экзаменационного стресса у студентов и подростков [Kaplan et al., 2005; Liu, Lu, 2011]. В то же время, по мнению многих ученых [Wigfield, Eccles, 1989], негативный эффект стрессовых школьных ситуаций в процессе обучения формируется у учащихся в период 7–10 лет, а закрепляется к 12 годам. Именно в этот период в результате множественных негативных эмоциональных реакций на различные тестовые и контрольные ситуации у школьников вырабатывается субъективный взгляд на собственные способности, или так называемая отрицательная самоперцепция, складывается образ себя как «неспособного» к учебе [Bandura, 1988]. Эта перцепция рассматривается многими учеными как центральная причина появления школьной тревожности у детей [Sarason, Sarason, 1990]. Таким образом, для выявления физиологических, эмоциональных и когнитивных механизмов экзаменационного стресса наиболее целесообразным представляется его изучение именно у младших школьников. Это может способствовать лучшему пониманию феномена и его влияния на весь процесс обучения в целом на этапе «формирования / закрепления».

Кроме того, принимая во внимание вывод, что школьная тревожность часто формируется в результате экзаменационных / тестовых стрессов [Sarason, 1987; Wigfield, Eccles, 1989; Viau, 1995], появляется возможность изучить, в какой степени эмоциональный физиологический стресс опережает психологическую тревожность у детей младшего и среднего школьного возраста.

Цели нашего исследования включали 1) психофизиологический мониторинг экзаменационного стресса непосредственно в классе с фиксацией его источников и идентификацией вегетативных стресс-маркеров в «спокойной» (безоценочной ситуации) и потенциально стрессовой ситуации (выполнение задания на оценку); 2) установление роли экзаменационного стресса в ситуации контроля (в отличие от проверки знаний без оценки) и модальности его влияния на результативность выполнения учебных заданий (оперирование имеющимися знаниями).

Методы

Методика

Для исследования экзаменационного стресса у школьников использовался метод телеметрической регистрации кардиоритмографии, теоретическим базисом которого выступает трехкомпонентная модель экстремальных состояний с последовательным доминированием одной из трех стресс-реактивных систем – симпатoadреналовой, гипоталамо-гипофизарно-адреналовой и эндогенной опиоидной [Парин, 2008].

Критерии физиологических (вегетативных) показателей наличия / отсутствия стресса основываются на экспериментально установленных данных о том, что стресс-реакциями выступает не столько активация соответствующих структур, сколько способность организма адекватно приспосабливаться к внешним воздействиям [Парин и др., 2011]. При этом влияние высших регуляторных контуров проявляется в характеристиках спектра второго порядка [Бахчина и др., 2014].

В ходе регистрации и анализа *спектральных показателей variability сердечного ритма (BCP[1])* из сложного колебательного процесса, каковым является кардиоинтервалограмма (ритмограмма), выделяются его исходные составляющие – более простые колебания (отражающие участие высших надсегментарных регуляторных компонентов в управлении сердечным ритмом – характеристики I порядка), устанавливается их частота и интенсивность, а также, в некоторых случаях, прослеживается эволюция выявленных частотных ритмов во времени [Рунова и др., 2013].

Далее на основе спектрального и статистического анализа временного ряда мгновенной мощности LF- и HF-компонентов в узкой полосе частот оценивались признаки модулирования симпатической (возбуждения) и парасимпатической (торможения) активности НС со стороны надсегментарных структур – спектральные характеристики II порядка [Davidson, 2002; Mashin, 2006]. Таким образом, регуляторное влияние надсегментарного звена, в отличие от других работ, учитывалось через модулирующее воздействие как на парасимпатический (HF), так и симпатический (LF) компоненты

BCP.

Для выделения и оценки амплитудных модуляций использовался алгоритм, предложенный Е.В.Руновой, В.Н.Григорьевой, А.В.Бахчиной и др. [Рунова и др., 2013]:

- 1) анализ ритмограмм методом непрерывного вейвлет-преобразования, в результате чего была получена вейвлет-спектрограмма;
- 2) выделение на вейвлет-спектрограмме в LF- и HF-диапазонах узких полос частот (0,005 Гц), в которых рассматривают зависимости вейвлет-коэффициентов (W^2) от времени;
- 3) статистическая и спектральная оценка полученного временного ряда – $W^2(t)$, а также периодограммный метод.

Расчет и анализ спектральных показателей BCP проводили с использованием программного комплекса RhythmService 1.2 («Фотон-тест», Н.Новгород, Россия).

Идентификация стресс-реакций (вывод о наличии / отсутствии экзаменационного стресса) у школьника в ситуации проверки знаний на уроке осуществлялась по соотношению показателей *общей мощности* – суммарной активации симпатической НС (спектральная мощность в LF-диапазоне), парасимпатической НС (спектральная мощность в HF-диапазоне) и *индексу вегетативного баланса (ИВБ)*. *Вегетативным маркером запуска стресс-реакции* выступала 2-фазная динамическая структура общей мощности спектра BCP и ИВБ, а именно, *снижение общей мощности сердечного ритма при одновременном повышении индекса вегетативного баланса*. Разнонаправленность общей мощности спектра BCP (активации симпатической и парасимпатической НС) и ИВБ свидетельствовала о неспособности адаптироваться к ситуации (см. рис. 1).

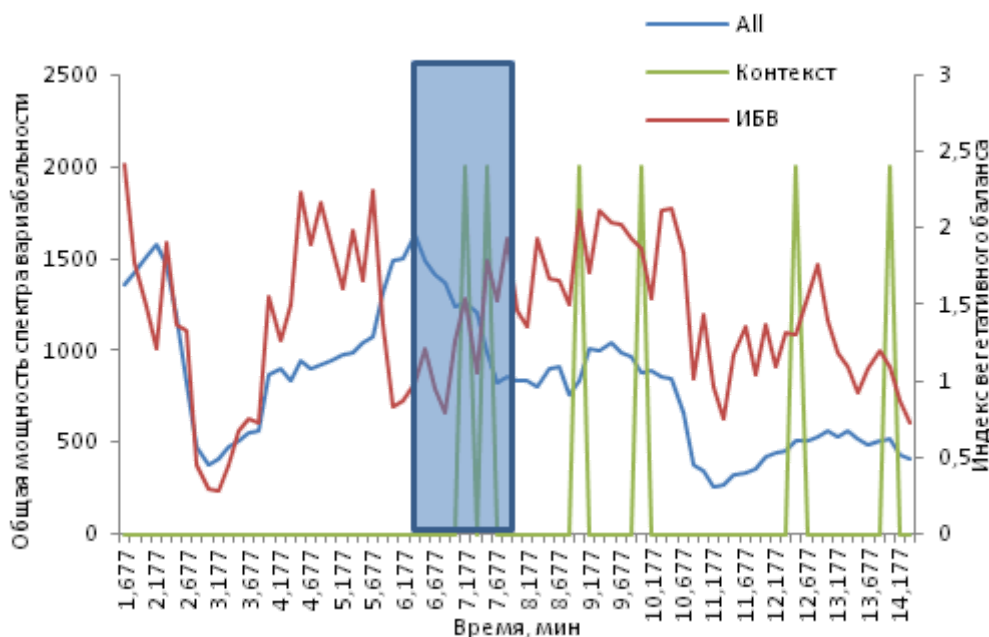


Рис. 1. Пример фиксации вегетативных стресс-реакций в процессе 3 серий эксперимента.

Примечания. All – общая мощность спектра BCP, ИВБ – индекс вегетативного баланса, контекст – начало / окончание стимуляции (решения тестовых заданий). На рисунке видна *разнонаправленность* общей мощности BCP и индекса вегетативного баланса (ИВБ) во время объяснения учителем сути урока (предварительный инструктаж) и первичной тренировки-повторения (6,18–7,95 мин эксперимента), свидетельствующая о динамике, характерной для стресса, при выполнении 5 тренировочных задач, и *однаправленность* этих показателей во время выполнения основного задания без оценки (8,8–10,2 мин эксперимента) и контрольного задания на оценку (12,3–14,1 мин эксперимента), показывающая достаточную адаптированность к ситуации, то есть отсутствие стресса.

Для регистрация физиологических показателей стресса (стресс-маркеров) использовалась телеметрическая система регистрации сердечного ритма [Полевая и др., 2013], позволяющая производить беспроводное непрерывное измерение кардиосигнала через миниатюрный сенсорный датчик ZephyrBioHarness, который крепится к эластичному поясу со вшитыми двумя тканевыми электродами. Пояс крепился на тело школьника таким образом, чтобы электроды располагались в 1 и 2 грудных отведениях, а учащемуся было комфортно и его движения не влияли на положение пояса. Беспроводная сенсорная платформа минимизировала риски нарушения целостности учебной деятельности в естественных условиях, одновременно осуществляя *индивидуальный продолжительный мониторинг* физиологических показателей функциональной активности регуляторных систем в потенциально стрессовой ситуации (проверка знаний) в течение урока.

Прием сигнала мобильным устройством со специализированным программным обеспечением – «HR-Reader», осуществлялся через систему BluetoothSPP 2,4 Гц с интервалом 1 с. Мобильное устройство находилось на расстоянии 4–5 м от школьника (предельное расстояние передачи сигнала – 10 м до мобильного устройства). С мобильного устройства данные передавались по сети Интернет на сервер, где была создана база данных для хранения, визуализации и предобработки.

Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией (1964) пересмотра 2000 года (Эдинбург, Шотландия). На каждого ребенка, принимавшего участие в исследовании, было получено информированное согласие.

Стимульный материал и процедура исследования

Стимульный материал для исследования был разработан в соответствии со школьной программой 5-го класса средней школы в России по предмету «Природоведение». Содержание стимульного материала включало 50 задач на категоризацию разной степени сложности (предлагалось выбрать, к какой категории относятся предложенные в форме картинок объекты: *технический*, созданный или как-то измененный человеком, или *натуральный*, взятый из природы) в каждой из двух серий – на оценку и без оценки. Структура серии включала 3 типа заданий: простого уровня (имеющие прямые для категоризации объекта признаки – 1) только технические или 2) чисто природного происхождения) и 3) сложного уровня (с неочевидным, неоднозначным решением, где были смешаны природные и технические признаки). Введение задач разного уровня сложности было обусловлено необходимостью оценки вегетативной регуляции учебной деятельности при разных когнитивных нагрузках. Задания разного уровня сложности, а также категориальной принадлежности предъявлялись в случайном порядке.

Исследование проводилось в компьютерном классе. Для подачи стимульного материала и фиксации правильных / неправильных ответов применялась программа PSYCHOPY. Решение задач состояло из двух частей: в спокойной обстановке (без оценки), затем аналогичные задания предъявлялись в ситуации на оценку.

Последовательность подачи материала (на оценку / без оценки) менялась. С этой целью каждый класс был поделен на 2 группы. Сначала одна часть учащихся (1-я группа) кратко повторяла с учителем пройденный материал и выполняла тренировочное задание (5 задач), затем после обсуждения с учителем, что получилось, как делался выбор, выполнялось задание (50 задач) в «спокойной обстановке» (без оценки). После небольшого перерыва, во время которого учитель снова давал инструкцию по выполнению аналогичного задания (50 задач) на оценку, школьники выполняли контрольную работу. В это время другая часть учеников (2-я группа) работала в обычном режиме в другом классе. Затем группы менялись. В компьютерный класс приходила 2-я группа, и процедура повторялась, но с изменением последовательности предъявляемых заданий: тренировочное (5 задач), контрольное с оценкой (50 задач), аналогичное контрольному без оценки (50 задач). Изменение порядка предъявления было связано со стремлением избежать влияния фактора обученности на результаты эксперимента, а также позволило более точно выделить роль ситуации контроля, которая должна проявиться независимо от порядка проявления. Урок вел тот же учитель, что и в обычной ситуации. Он же проводил тренировку, разбирал трудные задания, инструктировал школьников, моделировал ситуацию проверки знаний.

Перед контрольной работой учитель сообщал о том, что сейчас будет проверочный тест на оценку. Итоги теста покажут уровень знаний по пройденной теме. Все оценки будут выставлены в журнал и повлияют на итоговую четвертную оценку, так как это базовый материал по предмету. Таким образом, моделировались когнитивный (осознание ситуации) и эмоциональный (отношение к контрольной, субъективная оценка значимости происходящего) компоненты экзаменационного стресса.

Общее время эксперимента в одной группе – 20 минут (все три пробы – тренировочное, тестовое задание с оценкой, тестовое задание без оценки).

Выборка

В исследовании приняли участие учащиеся трех пятых классов (всего 76 человек, из них 43 девочки и 33 мальчика). Поскольку каждый класс был поделен на 2 группы (с разной очередностью заданий), то группы, в которых порядок предъявления был «тренировка – тест без оценки – тест на оценку», были обозначены как 1, группы с порядком предъявления «тренировка – тест на оценку – тест без оценки» – как 2. Общее количество школьников из трех классов с порядком предъявления 1 составило 38 человек (23 девочки и 15 мальчиков), с порядком предъявления 2 – 38 человек (20 девочек и 18 мальчиков). В каждой из групп присутствовали школьники как с надетыми датчиками, так и без них. Всего 24 ребенка имели надетые датчики мониторинга спектральных показателей вариабельности сердечного ритма (12 человек – по 6 мальчиков и 6 девочек в группах с порядком предъявления 1 и 12 учеников – по 6 мальчиков и 6 девочек с порядком предъявления 2). Школьники, на которых надевались датчики, отбирались по принципу «академической нейтральности» – на основе характеристики школьного психолога и учителей как амбивалентных в эмоциональном плане и скорее со средней или хорошей успеваемостью. Среди них не было отличников и неуспевающих. Остальные дети (52) тестировались по показателям эффективности выполнения задач. Средний возраст участников составил 11,4 ($\sigma = 0,48$).

Исследование проводилось с 25 апреля по 5 мая 2015 года. Дополнительно для сопоставления данных осуществлялся мониторинг вариабельности сердечного ритма не только в экспериментальной ситуации, но и на уроках в классе. Замеры проводились у тех же детей, на которых были надеты датчики в экспериментальной ситуации. В процессе измерения как на эксперименте, так и на уроках ситуация была максимально приближена к естественным условиям. Уроки вели учителя, работающие в этих классах. Они же создавали ситуацию контроля знаний, организуя проверочные работы, опрос, вызов к доске.

Результаты и обсуждение

Сравнительный анализ количества сделанных ошибок в тестовых заданиях, выполненных на оценку или без оценки, по всей выборке ($N = 76$, без учета стресс-маркеров) (см. табл. 1) показал, что независимо от порядка предъявления, общее количество ошибок в контрольной работе значимо больше, чем в задании, выполняемом без оценки.

Таблица 1

Количество ошибок в контрольном тесте и тесте без оценки (критерий Т-Вилкоксона)

Показатели		N	Средний ранг	Сумма рангов	Z-критерий	Уровень значимости
Общее количество ошибок в контрольном тесте – общее количество ошибок в тесте без оценки	Отрицательные ранги	28	32,04	897,00	-2,037c	,042
	Положительные ранги	42h	37,81	1588,00		
	Одинаковые ранги	6				
	Общее количество	76				

Примечания. h – количество ошибок в контрольном тесте > количество ошибок в тесте без оценки; c – на основе отрицательных рангов.

При этом в целом по выборке в ситуации контроля (выполнение тестового задания на оценку) ошибки в простых заданиях возникали значительно чаще, чем в простых заданиях при выполнении теста без оценки (Z (Т- Вилкоксона) = $-1,936$, $p \leq 0,049$). По сложным заданиям достоверных различий по количеству ошибок в контрольном тесте на оценку и в тесте без оценки зафиксировано не было.

Математико-статистический анализ результатов выполнения тестовых заданий (без оценки и на оценку) с учетом порядка предъявления выявил, что в группах с порядком предъявления 2 (сначала контрольное задание на оценку, затем аналогичное без оценки) ошибки в сложных заданиях возникали достоверно чаще (Z (U-Манна-Уитни) = $-2,225$, $p \leq 0,026$), чем в ситуации, когда сначала выполнялось тестовое задание без оценки, а затем аналогичное как контрольная работа на оценку. Данные корреляционного анализа подтверждают этот результат: порядок предъявления прямо связан с количеством ошибок в сложных заданиях на контрольной работе с оценкой. По всей выборке в группах 2, где проверочная работа была в начале, а затем тестовое задание без оценки, количество ошибок в контрольном задании по сложным картинкам было больше ($r = 0,257$, $p = 0,025$).

Иллюстративно результат представлен на рис. 2.

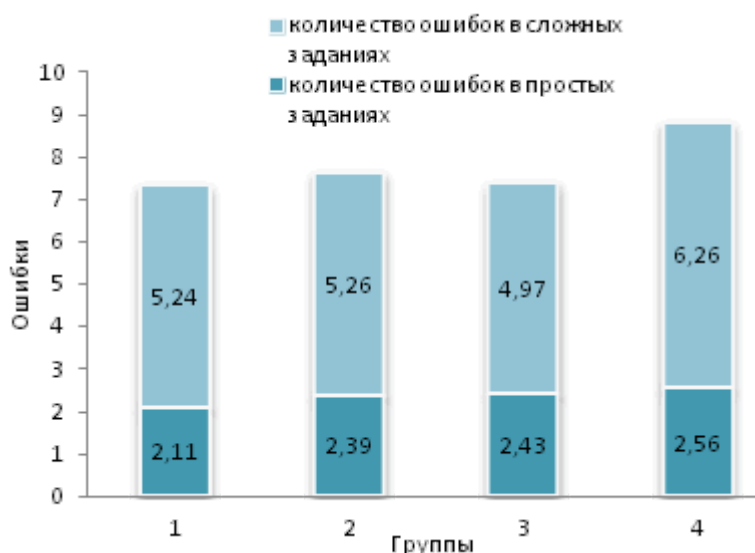


Рис. 2. Среднее количество ошибок в группах с разным порядком предъявления заданий.

Примечания. Порядок предъявления: 1 – группа 1, тестовое задание без оценки; 2 – группа 2, тестовое задание без оценки; 3 – группа 1, тестовое задание на оценку; 4 – группа 2, тестовое задание на оценку.

Обработка результатов решения задач школьниками, участвовавшими в персональном мониторинге вариабельности сердечного ритма в процессе тестирования ($N = 24$ – по 12 человек в группе с разным порядком предъявления), выявила, что у трех человек динамических маркеров запуска стресс-реакции зафиксировано не было (1 человек в первой группе и 2 – во второй). Поэтому они были исключены из дальнейшего анализа.

По остальным школьникам учитывалось несколько параметров переживания стресса:

- наличие / отсутствие динамических маркеров запуска стресс-реакций на каждом из этапов (тренировка, тестовое задание на оценку и без оценки);
- общее количество зафиксированных стрессовых проявлений;
- длительность стресс-реакций на каждом из этапов.

Сравнение частоты возникновения физиологических стресс-реакций в ситуации контроля / оценки и «потенциально спокойной ситуации» свидетельствует о том, что снижение адаптивности вегетативной регуляции при проверке знаний возникало достоверно чаще (Z (U-Манна–Уитни) = $-2,367$, $p \leq 0,018$), чем при выполнении аналогичного задания без оценки, причем независимо от порядка предъявления. При этом стресс-реакции при решении заданий на оценку были идентифицированы у большинства учеников: 7 школьников из 10 – в группе 1 и 6 из 11 – в группе 2.

В то же время результаты корреляционного анализа демонстрируют *отсутствие взаимосвязи* между наличием стресс-реакции на контрольной работе и общим количеством ошибок, сделанных в контрольном задании на оценку. При этом установлено, что длительность стресса в ситуации проверки знаний отрицательно коррелирует с количеством ошибок в простых заданиях на контроле ($r = -0,543$, при $p = 0,11$). Стресс на контрольной ($N = 13$) способствует снижению количества ошибок в простых заданиях (Z (U-Манна–Уитни) = $-1,867$, $p \leq 0,058$).

Одновременно длительность стресса при выполнении тестового задания без оценки положительно коррелирует с общим количеством ошибок на контроле ($r = 0,447$, при $p = 0,42$). При наличии стресс-реакций в безоценочном задании было зафиксировано значимо большее количество ошибок в сложных задачах в контрольной работе (Z (U-Манна–Уитни) = $-1,094$, $p \leq 0,051$) и, соответственно, значимо больше общее количество ошибок (Z (U-Манна–Уитни) = $-2,320$, $p \leq 0,020$).

Детальный анализ влияния стресса на результативность решения заданий *в зависимости от порядка предъявления* выявил, что, во-первых, длительность стресса при выполнении задания без оценки, если оно предшествовало контрольной (т.е. в группе 1) была значимо выше (Z (U-Манна–Уитни) = $-2,018$, $p \leq 0,044$). Различия в длительности стресса в зависимости от порядка предъявления при выполнении задания на оценку не проявились.

Во-вторых, в группе 1 («задание без оценки – контрольная») стресс на контроле значимо реже возникал (Z (U-Манна–Уитни) = $-1,993$, $p \leq 0,046$) у школьников, которые сделали больше ошибок в сложных задачах на предыдущем этапе (выполнение тестового задания без оценки). Общее количество ошибок на контроле у школьников, испытывавших стресс, было значимо ниже (Z (U-Манна–Уитни) = $-2,539$, $p \leq 0,011$). Этот результат достигался в первую очередь за счет меньшего количества ошибок в сложных заданиях.

При порядке предъявления 2 («контрольная – задание без оценки») было выявлено, что стресс на контроле отрицательно коррелирует с ошибками в простых заданиях на контрольной ($r = -0,675$, при $p = 0,32$). В данном случае имеет место прямой мобилизующий эффект переживания стресса в ситуации проверки знаний. В то же время позитивная роль переживания стресса на контрольной работе негативно сказалась на следующем этапе – решении заданий без оценки. Те, кто переживал стресс на контрольной, делали значимо больше ошибок (Z (U-Манна–Уитни) = $-2,009$, $p \leq 0,049$) в аналогичных заданиях, выполняемых на следующем этапе без оценки (причем как в простых заданиях, так и в сложных).

Этот «отсроченный негативный эффект стресса» проявился и в других ситуациях. Школьники из 2-й группы, испытывавшие стресс во время тренировочного задания, делали достоверно больше (Z (U-Манна–Уитни) = $-2,012$, $p \leq 0,044$) ошибок в простых заданиях в контрольной работе (следующий этап). Та же самая ситуация проявилась и в группе с порядком предъявления 1. Наличие стресса во время тренировки негативно сказалось на следующем этапе. Ошибки в простых заданиях возникали достоверно чаще (Z (U-Манна–Уитни) = $-2,453$, $p \leq 0,014$) при выполнении теста без оценки, если школьник переживал стресс на предыдущем этапе (во время тренировки). Более того, когда тестовое задание без оценки оказалось последним, выявилась прямая взаимосвязь количества стрессов с количеством ошибок и в сложных заданиях ($r = 0,776$, при $p = 0,08$).

Сопоставление результатов психофизиологического мониторинга параметров сердечного ритма во время выполнения тестовых заданий на оценку и без оценки с динамикой кардиоритма в течение дня на уроках ($N = 24$) показало специфичную вариативность изменений функционального состояния школьников, связанных с запуском стресс-реакций. Если для тестовых заданий в 85,7% случаев источником стресса выступала именно проверка знаний на оценку (инструктаж и краткая тренировка пройденного, ожидание контрольной, начало выполнения контрольных заданий), то на самих уроках

были идентифицированы самые разные источники стресса. На рисунке 3 представлена ритмограмма, отражающая изменения в функциональном состоянии школьника в течение урока русского языка, включавшего небольшую самостоятельную работу в начале урока (5 мин), повторение пройденного материала и опрос.

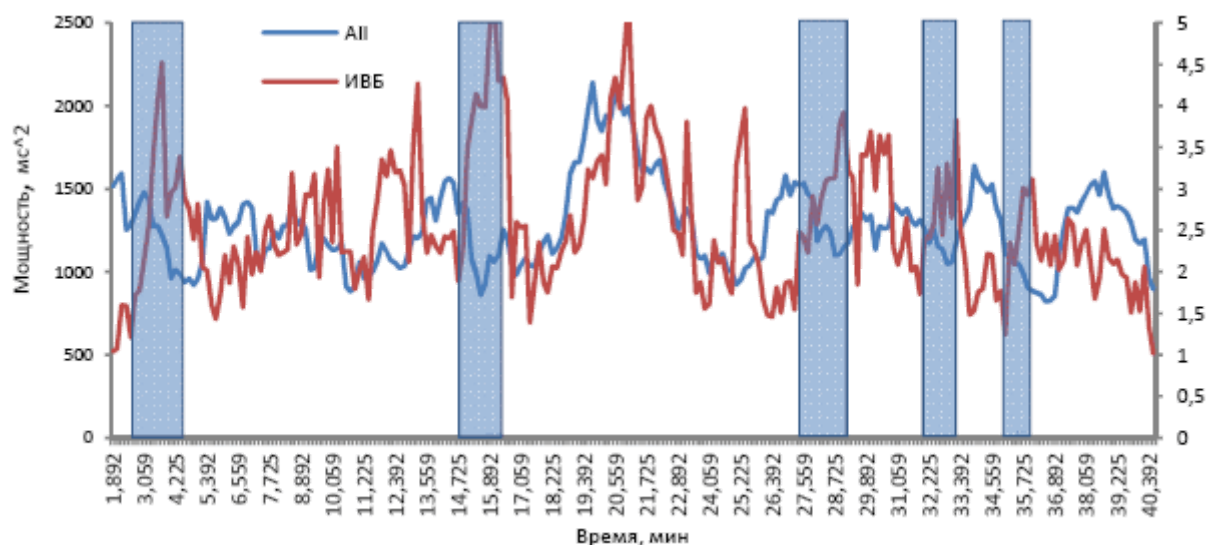


Рис. 3. Динамика параметров variability сердечного ритма школьника в течение урока.

Примечания. Учащийся К. Выделенные участки, динамика которых соответствует переживанию стресса, связана у школьника: 1) с окончанием самостоятельной работы, время на которую закончилось, 2) с повторением пройденного и началом опроса, 3) с ответом у доски другого ученика, 4) с собственным ошибочным ответом при опросе, 5) с ситуацией, когда сломалась ручка и нечем было писать.

В целом из всех идентифицированных на уроках в течение дня стресс-реакций 28,1% был зафиксирован во время выполнения проверочной самостоятельной работы (преимущественно в конце, когда учитель сообщал, что время заканчивается, или когда учитель напоминал об алгоритме действий или системе требований – 9,4%), 37,5% – во время ответа на вопрос учителя (из них 16% при неправильном ответе или отсутствии у ученика ответа и 7,1% во время поиска ответа на вопрос в учебнике). Таким образом, можно констатировать, что в большинстве случаев запуск стресс-реакции на уроке у школьников связан именно с ситуацией проверки знаний и оценкой, то есть является одним из вариантов переживания экзаменационного стресса.

Полученные в ходе психофизиологического мониторинга результаты фокусируют наше внимание на целом ряде обстоятельств, связанных с оперативным управлением вегетативной регуляцией в ситуации проверки знаний, ее динамикой в классе и учебной результативностью.

Во-первых, нельзя не отметить значительно большее количество ошибок в заданиях, выполняемых на оценку, в сопоставлении с аналогичным безоценочным тестом. Появление дополнительных ошибок в простых заданиях, основанных на точном знании правила и алгоритмов принятия решения (отнесение объекта к тому или иному классу), свидетельствует о «вмешательстве» дополнительных эмоционально-когнитивных факторов, связанных с оценкой, испытанием, контролем и изменяющих конечный результат деятельности школьника. В данном случае мы можем говорить о том, что в ситуации контрольной работы демонстрируемый учеником итог выполнения теста не в полной мере отражает уровень его реальной подготовки. Это обстоятельство нельзя не учитывать при оценке экзаменационных и контрольных работ – выполненные хуже, чем аналогичные, но без оценки, они свидетельствуют о негативном влиянии формата «проверка знаний на оценку» на конечный результат.

Во-вторых, взаимосвязь запуска стресс-реакций и итога выполнения тестовых заданий не является однозначно негативной или позитивной. С одной стороны, наличие стрессовых нагрузок во время контрольной работы сопровождалось снижением количества ошибок в простых заданиях, что может свидетельствовать о *мобилизирующем воздействии* стресса, позволяющем настроиться на решение заданий, сосредоточить внимание, сопоставить условия задачи с имеющимися знаниями. С другой

стороны, в ситуации контрольной работы стрессовые реакции возникали чаще и длились дольше, что требовало большего задействования адаптационных ресурсов организма. Разрушительный характер длительности и частоты стрессовых реакций проявился в увеличении количества ошибок на так называемом постстрессовом этапе – этапе, который следовал за тем, на котором переживался стресс. Особенно явно данный эффект фиксировался в группах с порядком предъявления 2 – «контрольная работа – аналогичный тест, выполняемый без оценки». Мобилизация ресурсов для достижения лучшего результата на контрольной работе оборачивалась большим количеством ошибок на следующей стадии – выполнении задания без оценки. Когда, казалось бы, ошибок должно было быть меньше – задание повторяется, затруднения, возникшие на контрольной, обсуждены, давление перспективы получить негативную оценку отсутствует. Тем не менее «отсроченный негативный эффект стресса» был актуален на каждом следующем после переживания стресса этапе.

Наконец, в-третьих, порядок предъявления заданий. Выполнение аналогичных заданий (тест без оценки) перед контрольной работой (тест на оценку) однозначно демонстрирует позитивную роль дополнительной тренировки (обученности) в улучшении результатов проверки знаний. При этом длительность переживания стресса (а также общее количество стресс-реакций) в группе с порядком предъявления 1 была значительно выше за счет того, что в ожидании контрольной школьники испытывали стресс уже на предшествующем контрольной этапе (выполнение задания без оценки). А затем – еще раз на контрольной работе. То есть тренировка перед контрольной работой *увеличила продолжительность стресса*. В то же время обучающий эффект не проявился при обратном порядке (группа 2): школьники не продемонстрировали лучший результат в тесте после контрольной работы (которая также обладает тренировочным потенциалом, поскольку содержит аналогичные задания). Более того, когда тестовое задание без оценки оказалось последним, выявилась прямая взаимосвязь количества зафиксированных стресс-реакций на контрольной с количеством ошибок в сложных заданиях ($r = 0,776$, при $p = 0,08$) на следующем этапе. Это позволяет сделать вывод, что в постстрессовой ситуации обучающий потенциал заданий снижается. Школьникам трудно концентрировать свое внимание, анализировать условие задачи, принимать решение.

Возникает интересная дилемма. С одной стороны, предварительное выполнение заданий, аналогичных контрольным, повышает (за счет дополнительной тренировки) результативность решения теста на оценку, но приводит к увеличению длительности и количества переживаемых стресс-реакций, негативный эффект которых проявляется позже. С другой стороны, контрольная на первом этапе (в первой части урока) мобилизует школьников, позволяет собраться, но на втором этапе (работа без оценки) формируются условия, когда школьники делают большее количество ошибок, забывают правила и алгоритмы принятия решений (ошибки в простых заданиях), хуже анализируют и сопоставляют условия (ошибки в сложных заданиях). Наконец, с третьей стороны, – полное отсутствие стресс-реакций снижает результативность деятельности школьника как на контрольной, так и при выполнении теста без оценки.

Заключение

Использованный в исследовании метод телеметрической регистрации кардиоритмографии показал свою эффективность в идентификации физиологических стресс-реакций при выполнении контрольных заданий в классе. У большинства школьников (21 из 24), которые участвовали в психофизиологическом мониторинге вегетативной регуляции в ситуации проверки знаний, были зафиксированы физиологические стресс-маркеры, но их связь с уровнем сложности тестовых заданий и результативностью оказалась неоднозначной. При этом по всей выборке ($N = 76$) наблюдалась дезадаптивная реакция на ситуацию проверки знаний с оценкой. Общее количество ошибок на контрольной работе было значимо больше, чем в аналогичном задании, выполняемом без оценки.

Полученный результат (наличие мобилизующего эффекта стресса для простых заданий и отсутствие прямого разрушительного действия – низкая продуктивность в ситуации экзаменационного стресса) может быть связана со следующими ограничениями, имевшими место в исследовании. Сложные задания не были осознаны школьниками как таковые. При их решении не возникло эмоциональное отношение к ним как к сложным. Соответственно, не происходило увеличение когнитивной нагрузки. Таким образом, когнитивный и эмоциональный компоненты стресса в исследовании были смоделированы, но их сила была недостаточной для дальнейшей активации, нарастания

стрессогенности ситуации. Отсутствие связи между переживанием стресса и содержанием контрольной работы приводило к прерыванию стрессовых нагрузок в ходе выполнения заданий на оценку. То есть этап мобилизации не трансформировался в этап деструктивной активности.

Очевидно, что продолжение исследования связано с расширением выборки психофизиологического мониторинга, а также усилением когнитивного и эмоционального компонентов экзаменационного стресса. Например, через маркировку заданий по уровням сложности (для осознания степени сложности заданий), введение обратной связи о правильности / неправильности решения после каждого задания (звуковой сигнал или специальные символы), а также ограничение времени решения или включение учителя в ситуацию контроля (когда по ходу контрольной учитель может подойти и прокомментировать решение).

Выражение признательности

Авторы сердечно благодарят кафедру психофизиологии Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского и лично канд. психол. наук А.Н.Бахчину за помощь в методической подготовке исследования, Лаборатории «Обучение и дидактика» Государственного университета Экс-Марсель, Марсель, Франция, за сотрудничество при разработке стимульного материала исследования и администрацию гимназии No. 116 г. Санкт-Петербурга и лично Т.А.Теслю за помощь в организации и проведении исследования.

Финансирование

Исследование выполнено при поддержке Российского гуманитарного научного фонда, проект 14-06-00521.

Литература

Бахчина А.В., Парин С.Б., Полевая С.А. От стрессогенной нагрузки к стрессу: вегетативный код стресса при когнитивных, эмоциональных и физических нагрузках. В кн.: Шестая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Калининград, 23–27 июня 2014. С. 144–146.

Димитриев Д.А., Димитриев А.Д., Карпенко Ю.Д., Саперова Е.В. Влияние экзаменационного стресса и психоэмоциональных особенностей на уровень артериального давления и регуляцию сердечного ритма у студенток. Физиология человека, 2008, 34(5), 89–96.

Еськов В.М., Мишина Е.А., Филатов М.А., Берестин К.Н. Экзаменационный стресс и его влияние на параметры аттракторов поведения вектора состояния кардио-респираторной системы студентов. Вестник новых медицинских технологий, 2008, XV(3), 204–206.

Карамова Н.Я. Влияние эмоционального нарушения на формирование когнитивных процессов у школьников в зависимости от уровня их умственного развития. Актуальные проблемы современной науки, 2009, No. 4, 274–278.

Малкова (Ромицына) Е.Е. Психодиагностическая методика многомерной оценки детской тревожности: Пособие для врачей и психологов. СПб.: Речь, 2007.

Мужичкова Ю.Е., Миронова Е.Г. Восприятие экзаменационной ситуации и детерминанты страхов у студентов перед экзаменами. В кн.: Экономическая психология и поведенческая экономика в условиях глобальных социальных и экономических изменений: материалы всероссийской научной конференции. Москва, 17–24 ноября 2014. С. 207–211.

Парин С.Б. Люди и животные в экстремальных ситуациях: нейробиохимические механизмы, эволюционный аспект. Вестник Новосибирского гос. университета, 2008, 2(2), 118–135.

Парин С.Б., Чернова М.А., Полевая С.А. Адаптивное управление сигналами о рассогласовании в когнитивных процессах: роль эндогенной опиоидной системы. Известия вузов: Прикладная нелинейная динамика, 2011, 19(6), 65–73.

Петунова А.Н., Алексеева Э.А., Иванова И.К. Влияние экзаменационного стресса на функциональное состояние организма. Бюллетень ВСЦ СО РАМН, 2009, 2(66), 286–287.

Пивоварова Е.А., Городничев Р.М. Влияние единого государственного экзамена на функциональное состояние организма старшеклассников. Физиология человека, 2007, 33(4), 132–134.

Плотников В.В. Оценка психовегетативных показателей у студентов в условиях экзаменационного стресса. Гигиена труда, 1983, No. 5, 48–50.

Полевая С.А., Некрасова М.М., Рунова Е.В., Бахчина А.В., Горбунова Н.А., Брянцева Н.В., Кожевников В.В., Шишалов И.С., Парин С.Б. Дискретный мониторинг и телеметрия сердечного ритма в процессе интенсивной работы на компьютере для оценки и профилактики утомления и стресса. Медицинский альманах, 2013, 2(26), 151–155.

Пухняк Д.В., Менгалев А.Н., Дельянов К.В., Патахов П.П., Бондина В.М. Динамика параметров сердечно-дыхательного синхронизма и вариабельности ритма сердца у студенток при экзаменационном стрессе. Кубанский научный медицинский вестник, 2009, 9(114), 110–116.

Рунова Е.В., Григорьева В.Н., Бахчина А.В., Парин С.Б., Шишалов И.С., Кожевников В.В., Некрасова М.М., Каратушина Д.И., Григорьева К.А., Полевая С.А. Вегетативные корреляты произвольных отображений эмоционального стресса. Клиническая медицина, 2013, 5(4), 69–77.

Селье Г. Очерки адаптационного синдрома. М.: Медицина, 1960.

Ткачева В.И., Надежкина Е.Ю., Филимонова О.С. Вегетативный ответ сердечно-сосудистой системы на эмоциональный стресс. Международный студенческий научный вестник, 2015, No. 2, 121–122.

Щербатых Ю.В. Экзамен и здоровье студентов. Высшее образование в России, 2000, No. 3, 111–115.

Bandura A. Self-Efficacy Conception of Anxiety. Anxiety Research, 1988, 1(2), 77–98.

Boekaerts M. Being concerned with well-being and with learning. Educational Psychologist, 1993, 28(2), 149–167.

Bower G.H. Mood and memory. American Psychologist, 1981, 36(2), 129–148.

Dai D.Y., Sternberg R.J., Mahwah N.J. (Ed.). Motivation, emotion, and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development. The educational psychology series. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2004. Vol. xiii.

Davidson R.J. Anxiety and affective style: role of prefrontal cortex and amygdala. Biological Psychiatry, 2002, 51(1), 68–80.

Everson H.T., Smoldaka I., Tobias S. Exploring the relationship of test anxiety and metacognition on reading test performance: A cognitive analysis. Anxiety, Stress and Coping, 1994, 7(1), 85–96.

Fiedler K., Forgas J. Affect, cognition, and social behavior. Toronto, Canada: Hogrefe, 1988.

Forgas J.P. Mood and judgment: The affect infusion model (AIM). Psychological Bulletin, 1995, 117(1), 39–66.

Fredrickson B.L., Levenson R.W. Positive emotions speed recovery from the cardiovascular sequelae of negative emotions. Cognition and Emotion, 1998, 12(2), 191–220.

Grills-Taquechel A.E., Fletcher J.M., Vaughn S.R., Denton C.A., Taylor P. Anxiety and Inattention as Predictors of Achievement in Early Elementary School Children. Anxiety, Stress and Coping, 2013, 26(4), 391–410.

Helms B.J., Gable R.K. School Situation Survey. Manual. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, 1989.

Ialongo N., Edelsohn G., Werthamer-Larsson L., Crockett L., Sheppard K. The significance of self-reported anxious symptoms in first-grade children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 1994, 22(4), 441–455.

Kaplan D.S., Liu R.X., Kaplan H.B. School related stress in early adolescence and academic performance three years later: the conditional influence of self expectations. *Social Psychology of Education*, 2005, 8(1), 3–17.

Liu Y., Lu Z. The Chinese High School Student's Stress in the School and Academic Achievement. *Educational Psychology*, 2011, 31(1), 27–35.

Mashin V.A. The relationship of the slope of the heart rate graph regression with linear and nonlinear heart rate dynamics in stationary short-time series. *Biophysics*, 2006, 51(3), 471–479.

Phillips B.N. School stress and anxiety: Theory, research and intervention. New York: Human Sciences, 1978.

Sarason I.G. Introduction to the study of test anxiety. In: *Test anxiety: Theory, research, and application*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1980. pp. 3–14.

Sarason I.G. Test anxiety, cognitive interference and performance. In: *Aptitude, learning, and instruction*, 1987. Vol. 3, pp. 131–142.

Sarason I.G., Sarason B.R. Test anxiety. In: *Handbook of Social and Evaluation Anxiety*. New York: Plenum Press, 1990. pp. 475–495.

Selye H. The stress of life. New York: McGraw-Hill, 1956.

Spielberger C.D. Test Anxiety Inventory (TAI). Palo Alto, Calif: Consulting Psychologists Press, 1980.

Taylor J. A personality scale of manifest anxiety. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 1953, 48(2), 285–290.

Viau R. L'état des recherches sur l'anxiété en contexte scolaire. *Nouveaux cahiers de la recherche en education*, 1995, 2(2), 375–398.

Wigfield A., Jacquelynne S. Eccles. Test Anxiety in Elementary and Secondary School Students. *Educational Psychologist*, 1989, 24(2), 159–183.

Примечания

[1] Использовались периодограммный метод – преобразование Фурье и периодограмма Уэлча.

Поступила в редакцию 8 июня 2015 г. Дата публикации: 26 октября 2015 г.

Сведения об авторах

Костромина Светлана Николаевна. Доктор психологических наук, профессор, доцент, кафедра психологии и педагогики личностного и профессионального развития, факультет психологии, Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская набережная, д. 7/9, 199034 Санкт-Петербург, Россия.

E-mail: lanank68@gmail.com

Прокофьева Виктория Валерьевна. Аспирант, лаборатория «Обучение и дидактика»,

Государственный университет Экс-Марсель (Aix-Marseille University), 32 rue Eugène Cas Marseille cedex 04, 13248 Марсель, Франция.

E-mail : viktoria.prokofieva@yandex.com

Гнедых Дарья Сергеевна. Аспирант, кафедра психологии и педагогики личностного и профессионального развития, факультет психологии, Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская набережная, д. 7/9, 199034 Санкт-Петербург, Россия.

E-mail: d.gnedyh@spbu.ru

Королева Мария Евгеньевна. Аспирант, кафедра психофизиологии, факультет социальных наук, Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского, пр. Гагарина, д. 23, 603950 Нижний Новгород, Россия.

E-mail: marijacoroleva@yandex.ru

[Ссылка для цитирования](#)

Стиль psystudy.ru

Костромина С.Н., Прокофьева В.В., Гнедых Д.С., Королева М.Е. Психофизиологический мониторинг экзаменационного стресса у школьников. Психологические исследования, 2015, 8(43), 7.

<http://psystudy.ru>

Стиль ГОСТ

Костромина С.Н., Прокофьева В.В., Гнедых Д.С., Королева М.Е. Психофизиологический мониторинг экзаменационного стресса у школьников // Психологические исследования. 2015. Т. 8, № 43. С. 7.

URL: <http://psystudy.ru> (дата обращения: чч.мм.гггг).

[Описание соответствует ГОСТ Р 7.0.5-2008 "Библиографическая ссылка". Дата обращения в формате "число-месяц-год = чч.мм.гггг" – дата, когда читатель обращался к документу и он был доступен.]

Адрес статьи: <http://psystudy.ru/index.php/num/2015v8n43/1187-kostromina43.html>

[К началу страницы >>](#)