

И.С. Короткова, Г.Л. Исурина, И.В. Грандильевская,  
И.А. Горбунов, Е.О. Клейман

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ И СТРЕСС-РЕАКЦИИ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ НА СИМУЛЯТОРАХ

Санкт-Петербургский государственный университет  
(Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9)

*Актуальность.* Симуляционные технологии широко используются в медицинском образовании и практическом здравоохранении. Условия выполнения заданий на симуляторах приближено к реальным условиям работы специалистов медицинского профиля и сопровождается высокой рабочей нагрузкой и личными переживаниями, что может приводить адаптационным трудностям, отражающимся на психологических, физиологических и гуморальных показателях.

*Цель* исследования заключалась в оценке объективных физиологических показателей стресса у студентов медицинских специальностей в процессе оказания неотложной помощи на симуляторе, определении личностных невротических черт участников, используемых ими стратегий совладания и выявлении зависимости между этими показателями.

*Методология.* Выборку исследования составили 32 студента медицинских специальностей. Измерение уровня стресса в процессе адаптации к деятельности производилось [с помощью регистрации электрокардиограммы (с использованием нагрудного пульсометра Polar H10)] в ситуации проведения сердечно-легочной реанимации на симуляторе; проводилась [оценка личностных невротических черт (опросник невротической личности KON-2006)].

*Результаты и их анализ.* Методом эксплораторного факторного анализа из ЭКГ были выделены 5 факторов, объясняющих 67 % дисперсии. Было выявлено значимое влияние ряда личностных черт и предпочитаемой стратегии совладания на процесс физиологической адаптации к стрессу, связанному с работой на симуляторе.

*Заключение.* Научно обоснованное психологическое сопровождение учебного процесса в условиях симуляционного центра должно учитывать предпочитаемые стратегии, используемые студентами для совладания со стрессом, и возможность их модификации с опорой на личностные качества обучающихся.

**Ключевые слова:** симуляционное обучение, стресс, адаптация, индекс напряжения регуляторных систем, стратегии совладания.

---

✉ Короткова Инга Сергеевна – канд. психол. наук, доц. каф. мед. психологии и психофизиологии, С.-Петерб. гос. ун-т (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), e-mail: i.s.korotkova@spbu.ru;

Исурина Галина Львовна – канд. психол. наук доц., проф. каф. мед. психологии и психофизиологии, С.-Петербург. гос. ун-т (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), e-mail: g.isurina@spbu.ru;

Грандильевская Ирина Владимировна – канд. психол. наук, доц. каф. мед. психологии и психофизиологии, С.-Петерб. гос. ун-т (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), e-mail: i.grandilevskaja@spbu.ru;

Горбунов Иван Анатольевич – канд. психол. наук, ст. науч. сотр. каф. мед. психологии и психофизиологии, С.-Петерб. гос. ун-т (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), e-mail: i.a.gorbunov@spbu.ru;

Клейман Елена Олеговна – ассистент, каф. мед. психологии и психофизиологии, С.-Петерб. гос. ун-т (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), e-mail: elena.o.kleyman@spbu.ru

## Введение

Моделирование клинических ситуаций на симуляторах получило широкое распространение в качестве инструмента обучения и оценки в ряде направлений медицинской помощи, включая неотложную. Симуляция способна вызывать стресс и беспокойство («дистресс»), что может негативно сказаться на работе обучающихся, если требования, предъявляемые симуляцией, превышают имеющиеся ресурсы.

Недавнее исследование J. Peabody с коллегами продемонстрировало отсутствие статистически значимых различий между симуляцией и реальными медицинскими чрезвычайными ситуациями по физиологическим показателям [8]. Иными словами, симуляция может вызывать такие же психофизиологические реакции, как и реальные медицинские случаи.

Имеющийся золотой стандарт оценки уровня стресса – шкала тревоги Спилбергера – Ханина (State-Trait Anxiety Inventory, STAI) – представляет субъективную интерпретацию состояния, но не отражает физиологических изменений, связанных со стрессом. Между тем адаптация к стрессу является сложным процессом, в котором взаимосвязь и взаимовлияние психофизиологических, индивидуально-психологических и социально-психологических компонентов играют ключевую роль. Этот процесс требует исследования с использованием системного подхода [1].

В то же время, как отмечает С.Н. Костромина, «реализованные дизайны психофизиологических исследований часто предполагают фиксацию функциональных показателей в сравнительном аспекте вне контекста естественной деятельности» [3]. Таким образом, они не позволяют отделить реальные вегетативные реакции на ситуацию стресса от тех, которые характеризуют состояние тревоги.

В нашем исследовании осуществлялась комплексная оценка физиологических и психологических показателей, при этом фиксация физиологических показателей производилась непосредственно в процессе выполнения сердечно-легочной реанимации на симуляторе.

Известно, что при совладании со сложными ситуациями, или стрессорами, активируются биологические механизмы, в первую очередь симпатико-адреналовая и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая оси, которые посредством секреции гормонов – адреналина и кортизола соответственно – способствуют высвобождению и мобилизации энергетических ресурсов. Отмеченные биологические реакции – попытки поддержать аллостаз, поэтому острая активация этих реакций наблюдается непосредственно перед проблемными событиями и во время них, о чем свидетельствует усиление психобиологических реакций на стрессоры [7].

Цель исследования заключалась в оценке объективных физиологических показателей стресса у студентов медицинских специальностей в процессе оказания неотложной помощи на симуляторе, определении личностных невротических черт участников, используемых ими стратегий совладания и выявлении зависимости между этими показателями.

В отличие от традиционных исследований, фиксирующих стресс-реакции вне контекста профессиональной деятельности, в данной работе использован динамический мониторинг показателей непосредственно в процессе выполнения клинической задачи, что повышает валидность полученных результатов. Настоящее исследование вносит вклад в теорию стресс-адаптации в медицинском образовании, предлагая комплексную модель влияния личностных невротических черт и стратегий совладания на динамику психофизиологических реакций в условиях симуляции. Полученные данные имеют прикладное значение и служат для совершенствования симуляционного обучения с учетом индивидуальных различий обучающихся.

## Материалы и методы

В исследовании, проводимом на базе Симуляционного центра (СЦ) Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ) приняло участие 32 студента медицинских специальностей.

С целью оценки влияния личностных черт невротического регистра на процесс физиологической адаптации к стрессу был использован опросник невротической личности KON-2006 [2].

Измерение уровня стресса в процессе адаптации к деятельности производилось в ситуации проведения сердечно-легочной реанимации (СЛР) на симуляторе (тренажер-манекен для отработки СЛР) в соответствии с рекомендациями по проведению реанимационных мероприятий, предложенными Европейским советом по реанимации (пересмотр 2015 г.) [4].

Использовался следующий сценарий, продолжительностью 8 мин.: полное нару-

шение проходимости верхних дыхательных путей у пострадавшего, вызванное инородным телом с последующей остановкой дыхания и кровообращения (в оснащении имеется автоматический наружный дефибриллятор; ритм, подлежащий дефибрилляции).

Эксперт Симуляционного центра осуществлял брифинг, озвучивая следующую информацию для участника: *«Вы увидели, что человеку стало плохо. Необходимо оказать ему первую помощь в рамках своих умений. На станции есть автоматический наружный дефибриллятор (АНД), однако воспользоваться им Вы сможете только после соответствующей голосовой команды. Сразу после входа АНД Вам недоступен».*

Таблица 1

#### Примерные тексты вводной информации в рамках диалога эксперта и участника

| Действие участника                                                                                                                                                                                                                                      | Текст вводной информации                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| При входе аккредитуемого на станцию                                                                                                                                                                                                                     | «Манекен/тренажер для отработки приема удаления инородного тела находится...» (указать место нахождения манекена на станции)        |
| При оценке обстановки, демонстрации жеста безопасности                                                                                                                                                                                                  | «Опасности нет!»                                                                                                                    |
| При вопросе «Вы подавились?»                                                                                                                                                                                                                            | «Пострадавший не может говорить»                                                                                                    |
| После нанесения пяти ударов основанием ладони между лопатками условного пострадавшего / тренажера-манекена                                                                                                                                              | «Удалить инородное тело из дыхательных путей пострадавшего не удалось!»                                                             |
| После пяти надавливаний на верхнюю часть живота пострадавшего / тренажера-манекена                                                                                                                                                                      | «Инородное тело удалено. Пациент находится на полу. Окажите ему помощь»                                                             |
| При оценке обстановки, демонстрации жеста безопасности                                                                                                                                                                                                  | «Опасности нет!»                                                                                                                    |
| При оценке сознания                                                                                                                                                                                                                                     | «Пациент не реагирует»                                                                                                              |
| При оценке дыхания                                                                                                                                                                                                                                      | «Дыхания нет!»                                                                                                                      |
| При оценке пульса                                                                                                                                                                                                                                       | «Пульса нет!»                                                                                                                       |
| При обращении в скорую медицинскую помощь по мобильному телефону                                                                                                                                                                                        | Имитировать диспетчера службы скорой медицинской помощи: «Скорая помощь слушает, что случилось?»                                    |
| В случае если аккредитуемый называет правильную и полную информацию для скорой медицинской помощи: адрес, один пострадавший, мужчина или женщина средних лет / подросток 14 лет, без сознания, не дышит; готовность начать сердечно-легочную реанимацию | Кратко ответить: «Вызов принят!»                                                                                                    |
| При попытке использовать АНД незамедлительно                                                                                                                                                                                                            | «АНД в данный момент Вам недоступен»                                                                                                |
| По истечении 2 мин. с момента начала надавливаний на грудину                                                                                                                                                                                            | «АНД доступен. Вы можете его использовать»                                                                                          |
| По истечении 2 мин. после применения АНД и повторного начала цикла надавливаний на грудину                                                                                                                                                              | «Появились произвольные движения, кожные покровы розовеют. Испытание завершено. Ожидайте голосовой команды, чтобы покинуть станцию» |

Далее эксперт фиксировал алгоритм выполнения участником действий по СЛР на симуляторе, давая голосовые команды, позволявшие участнику переходить к следующим этапам СЛР. (Пример взаимодействия эксперта и участника представлен в таблице 1)

После завершения сценария участники проходили дебрифинг. Им предлагалось оценить субъективный уровень стресса по шкале Лайкерта от 0 (совсем не испытывал стресс) до 10 (сильно выраженный стресс), а также определить доминирующую стратегию по совладению со стрессовой ситуацией.

На основе ответов участников были выделены две основные стратегии:

— волевая стратегия (стратегия 1) предполагала преодоление стрессовой ситуации путем дополнительной мобилизации усилий и актуализации информации об алгоритме действий в оперативной памяти (примеры ответов: «вспоминал алгоритм, что и за чем идет», «много раз до этого повторяли это, вспоминала как»);

— рефлексивная стратегия (стратегия 2) была основана на гармонизации мотивационной сферы, например изменении отношения к внешней ситуации (примеры ответов: «надо доказать, что знаю, что делать», «думала о том, что передо мной манекен, а не живой человек», «пыталась успокоить себя»).

С использованием нагрудного беспроводного пульсометра Polar H10 (Polar H10 sensors, Polar Electro Inc., Finland) производилась регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) каждого участника исследования в покое (5 мин.) и в процессе выполнения СЛР (8 мин.), с последующей передачей полученных через Bluetooth на персональное мобильное устройство связи. Записанные ЭКГ были заархивированы для последующего анализа. С помощью функции R-R reading осуществлялся учет временных интервалов между последовательными ударами сердца. Достаточная точность записи позволила провести анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР), включая временные показатели, по которым количественно оценивалась вариабельность интервалов между ударами, наблюдаемая в течение определенного

периода мониторинга (среднеквадратичное значение последовательных различий между нормальными сердечными сокращениями (RMSSD), стандартное отклонение нормальных межпульсовых интервалов (StdRR), индекс напряжения регуляторных систем (индекс Баевского, TensionIdx)), и спектральные показатели, по которым количественно оценивали абсолютные или относительные спектральные характеристики вариабельности между R-R интервалами в определенных частотных диапазонах (высокочастотный (HF 0,15–0,40 Гц) и низкочастотный (LF 0,04–0,15 Гц) компоненты и их соотношение LF/HF).

С целью определения количества и продолжительности периодов стресса по спектральным показателям вариабельности сердечного ритма использовался алгоритм, разработанный исследовательской командой из ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный университет им Н.И. Лобачевского»: Некрасовой М.М., Полевой С.А., Париным С.Б., Шишаловым И.С., Бахчиной А.В. [5]. Учитывалось, что стресс состоит из двух фаз – адреналиновой фазы, длящейся не менее 30 сек., и норадреналиновой фазы, длящейся не менее 60 сек.

Поскольку сердечно-сосудистая система представляет собой сложную динамическую систему, оценка степени ее упорядоченности может осуществляться с помощью методов фрактальной размерности сигналов. В настоящем исследовании фрактальная размерность ЭКГ оценивалась с помощью метода Хигучи [6].

Математическая обработка материала проводилась с помощью программ Microsoft Excel и SPSS Statistics 23.

## Результаты и обсуждение

Весь период записи ЭКГ был разделен на 4 участка. С целью редуцирования количества переменных, а также для получения более надежных результатов и снижения влияния эффекта множественной проверки гипотез производилась факторизация данных ЭКГ. Методом эксплораторного факторного

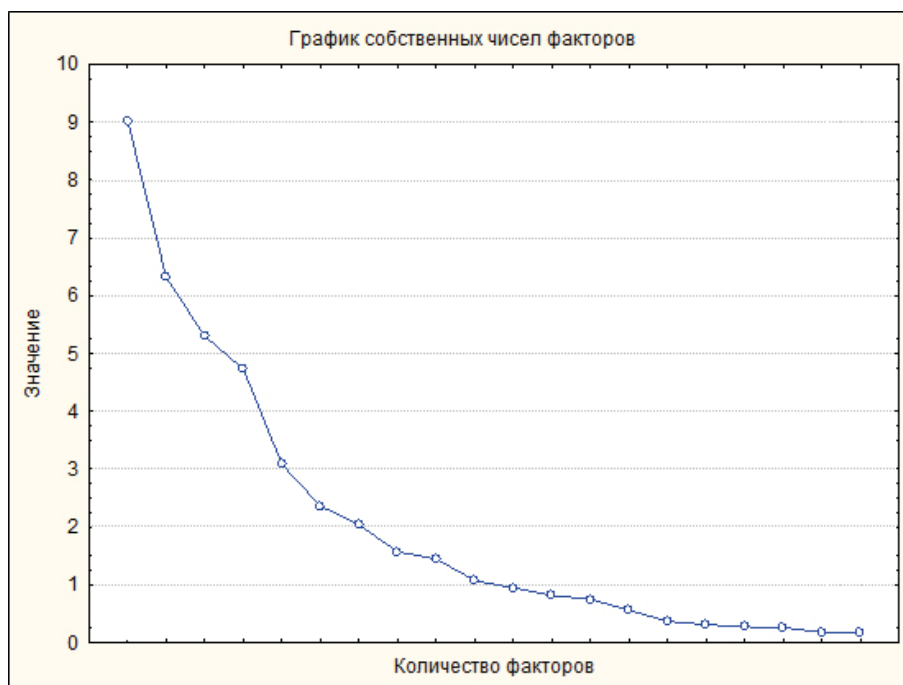


Рис. 1. График убывания собственных значений факторов (по ЭКГ)

анализа с использованием ортогонального вращения (Varimax) были выделены 5 факторов, объясняющих 67 % дисперсии (рис. 1).

**Фактор 1** – психическое напряжение, формирующееся в начале работы. В него вошли следующие показатели: средний индекс напряжения по Баевскому и связанные с ним показатели (TensionIdx, StdTi\_1, Mti\_1, StdTi, dTi); средний R-R интервал (MeanRR\_1, MeanRR\_2, MeanRR\_3, MeanRR\_4); стандартное отклонение R-R интервалов (StdRR\_1) преимущественно на начальном этапе работы на симуляторе (см. табл. 2).

Таблица 2

**Фактор 1 «Психическое напряжение, формирующееся в начале работы»**

| Переменные | Факторные нагрузки |
|------------|--------------------|
| StdTi_1    | 0,898743           |
| Mti_1      | 0,89497            |
| StdTi      | 0,868386           |
| dTi        | 0,868158           |
| TensionIdx | 0,684709           |
| MeanRR_1   | -0,80942           |
| MeanRR_2   | -0,84431           |
| MeanRR_3   | -0,65377           |
| MeanRR_4   | -0,67619           |
| StdRR_1    | -0,46926           |

**Фактор 2** – длительность стресса и количество периодов возникновения стресса. В него вошли показатели, рассчитанные по алгоритму Некрасовой М.М., Полевой С.А., Парина С.Б. и коллег: количество участков стресса за все время эксперимента (StressCount); время начала возникновения стресса (StressBegin); длительность стресса на 1-м и 2-м этапе (Stress1Dur и Stress2Dur); отношение суммарных мощностей низко- и высокочастотных диапазонов (SumLH); количество стресс-эпох за все время (CountFS); а также минимальный за все время индекс

Таблица 3

**Фактор 2 «Длительность стресса и количество периодов возникновения стресса»**

| Переменные  | Факторные нагрузки |
|-------------|--------------------|
| Stress2Dur  | 0,872063           |
| StressCount | 0,848846           |
| StressBegin | 0,763271           |
| Stress1Dur  | 0,735472           |
| MinTi       | -0,63075           |
| SumLH       | -0,62644           |
| StdRR_3     | 0,592883           |
| FDim        | -0,59024           |
| CountFS     | 0,46913            |
| StdRR_4     | -0,478             |



Таблица 4

**Фактор 3 «Плавное увеличение психического напряжения по мере работы на симуляторе»**

| Переменные | Факторные нагрузки |
|------------|--------------------|
| Mti_3      | 0,820139           |
| Mti_4      | 0,812263           |
| Mti_2      | 0,766269           |
| StdTi_3    | 0,759789           |
| SumTP      | -0,70326           |
| TensionIdx | 0,699908           |
| StdRR_2    | -0,6274            |
| StdTi_4    | 0,578265           |
| StdTi_2    | 0,501776           |
| StdRR_4    | -0,478             |

напряжения регуляторных систем по Баевскому (MinTi); стандартное отклонение RR-интервалов за 3-ю четверть времени (StdRR\_3); сниженная фрактальная размерность ЭКГ (FDim), отражающая плавное изменение уровня ЧСС, что определяет некоторую упорядоченность работы сердечно-сосудистой системы во времени (см. табл. 3).

**Фактор 3** – плавное увеличение психического напряжения по мере работы на симуляторе. В него вошли следующие показатели: средний индекс напряжения по Баевскому и связанные с ним показатели (TensionIdx, StdTi\_2, StdTi\_3, StdTi\_4, Mti\_2, Mti\_3, Mti\_4); стандартное отклонение R-R интервалов (StdRR\_2, StdRR\_4), преимущественно на среднем и конечном этапах работы на симуляторе, а также суммарная спектральная мощность ЭКГ (SumTP) (см. табл. 4).

**Фактор 4** – стресс на начальных этапах работах на симуляторе с последующей адаптацией. В него вошли следующие показатели: средний стресс-индекс (StandTP/StandLH) по всем эпохам (StressMean), сумма стресс-индексов (StressSum) и средний стресс-индекс на начальных этапах работы на симуляторе (StMean\_1, StMean\_2); стандартное отклонение стресс-индексов на первом этапе работы на симуляторе (StStd\_1); стандартное отклонение RR-интервалов за весь период работы (StdRR); стандартное отклонение RR-интервалов на начальном этапе работы (StdRR\_2); среднеарифметиче-

Таблица 5

**Фактор 4 «Стресс на начальных этапах работах на симуляторе с последующей адаптацией»**

| Переменные | Факторные нагрузки |
|------------|--------------------|
| StressMean | 0,768355           |
| StressSum  | 0,768355           |
| StMean_1   | 0,698753           |
| StStd_1    | 0,695538           |
| StdRR      | 0,566153           |
| MeanRR_3   | 0,553037           |
| MeanRR_4   | 0,520552           |
| FDim       | -0,48149           |
| StdRR_2    | 0,432055           |
| StMean_2   | 0,427561           |

ское значение RR-интервалов на конечных этапах работы на симуляторе (MeanRR\_3, MeanRR\_4); фрактальная размерность кардиоинтервалограммы (FDim). Учитывалась корреляция между всем стрессом и стрессом на начальном этапе работы на симуляторе (см. табл. 5).

**Фактор 5** – стресс на конечном этапе работы на симуляторе. В него вошли следующие показатели: средний стресс-индекс на конечных этапах работы на симуляторе (StMean\_3, StMean\_4); стандартное отклонение стресс-индексов на конечных этапах работы на симуляторе (StStd\_3, StStd\_4); стандартное отклонение стресс-индексов (StressStd) (см. табл. 6).

Был проведен линейный регрессионный анализ, в рамках которого рассматривалось влияние личностных черт невротического регистра на процесс физиологической адаптации к стрессу, связанному с работой на симуляторе (см. табл. 7).

Таблица 6

**Фактор 5 «Стресс на конечном этапе работы на симуляторе, постепенная дезадаптация»**

| Переменные | Факторные нагрузки |
|------------|--------------------|
| StMean_3   | -0,8678            |
| StStd_3    | 0,816611           |
| StMean_4   | 0,767971           |
| StStd_4    | 0,736408           |
| StressStd  | 0,6427             |

Таблица 7

## Личностные предикторы адаптации к стрессу

| Зависимая переменная                                             | Предиктор                    | B        | SE B     | $\beta$  | t        | p        | F                 |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|
| Фактор 1<br>(R = 0,63; adj. R <sup>2</sup> = 0,27;<br>p = 0,038) | Самоорганизованность         | 0,504999 | 0,227632 | 0,504999 | 2,21848  | 0,038902 | 3,16021<br>(4,19) |
| Фактор 2<br>(R = 0,69; adj. R <sup>2</sup> = 0,33;<br>p = 0,029) | Социальная уверенность       | 0,490373 | 0,218639 | 0,469778 | 2,24285  | 0,037733 | 3,2402<br>(5,18)  |
|                                                                  | Недоверие                    | -0,43689 | -0,43689 | -0,43341 | -0,43341 | 0,03824  |                   |
|                                                                  | Эмоциональная неустойчивость | 0,522874 | 0,191072 | 0,38903  | 2,73652  | 0,013556 |                   |
| Фактор 3<br>(R = 0,78; adj. R <sup>2</sup> = 0,5;<br>p = 0,003)  | Социальная отчужденность     | 0,715496 | 0,16023  | 0,817    | 4,46542  | 0,000299 | 5,6631<br>(5,18)  |
| Фактор 4<br>(R = 0,80; adj. R <sup>2</sup> = 0,48;<br>p = 0,009) | Социальная уверенность       | -0,52612 | 0,192657 | -0,50402 | -2,73087 | 0,014805 | 4,0866<br>(7,16)  |
|                                                                  | Недоверие                    | 0,578825 | 0,17839  | 0,574213 | 3,24471  | 0,005077 |                   |
| Фактор 5<br>(R = 0,7; adj. R <sup>2</sup> = 0,38;<br>p = 0,009)  | Самоорганизованность         | 0,663823 | 0,185569 | 1,02074  | 3,57723  | 0,00201  | 4,5627<br>(4,19)  |
|                                                                  | Недоверие                    | -0,60667 | 0,197304 | 0,197304 | -3,07481 | 0,006235 |                   |
|                                                                  | Социальная отчужденность     | 0,416194 | 0,179956 | 0,47522  | 2,31276  | 0,032101 |                   |

Примечание: B – нестандартизированный регрессионный коэффициент; SE B – стандартное отклонение нестандартизированного регрессионного коэффициента;  $\beta$  – стандартизированный регрессионный коэффициент; t – t-статистика; p – уровень значимости регрессионного коэффициента; F – F-тест оценки отклонения от нуля коэффициента регрессии. R – корреляция регрессии с наблюдаемыми данными, adj. R<sup>2</sup> – скорректированный на количество предикторов коэффициент детерминации.

Высокая самоорганизованность, характеризующая способность личности к целеполаганию, планированию действий, стрессоустойчивости и эффективному решению проблем в различных жизненных ситуациях, в настоящем исследовании выступила в качестве предиктора психического напряжения, формирующегося в начале работы (Фактор 1) (см. табл. 7).

Известно, что в норме сердечный ритм регулируется преимущественно собственным водителем ритма и локальными воздействиями симпатических и парасимпатических ганглиев, а также уровнем гормонов адреналина и норадреналина в крови. В ситуациях, когда требуется повышенная готовность, быстрая реакция, и при стрессе к регуляции сердечного ритма подключаются более высокоорганизованные структуры – ствол и кора головного мозга. В результате ритм становится более стабильным, времен-

ные промежутки между ударами выравниваются, образуя так называемый «жесткий ритм». При этом индекс напряжения значительно возрастает. Согласно включенным в Фактор 1 переменным, он может характеризовать мобилизационную готовность индивида к деятельности, выражающуюся в повышении индекса напряжения на начальных этапах работы.

Таким образом, *самоорганизованность*, как личностная характеристика, вносит вклад в планирование действий, способствуя достаточной активации необходимых психофизиологических ресурсов для реализации деятельности на начальных этапах работы на симуляторе.

Предикторами длительности стресса и количества периодов возникновения стресса (Фактор 2) выступили *эмоциональная неустойчивость*, *недоверие* и *социальная уверенность* (см. табл. 7). Иными словами,

высокая выраженность и продолжительность периодов стресса, свидетельствующие о вероятности срыва дальнейшей деятельности и снижении адаптации, опосредованы эмоциональной нестабильностью, повышенной чувствительностью, трудностями в саморегуляции, а также потребностью во внешней поддержке. При этом социальная уверенность, доверие к людям и склонность обращаться за социальной поддержкой (в случае адаптации к самостоятельной деятельности при работе на симуляторе, где обратная связь от тренажера отсутствует) может приводить к особой сфокусированности на отсутствии социальной поддержки, что выражается в увеличении продолжительности и количества периодов стресса.

Высокая *социальная отчужденность*, характеризующая выраженное чувство одиночества, беспомощности, эмоционального дискомфорта и отсутствия контроля над собственной жизнью, выступила предиктором увеличения психического напряжения по мере работы на симуляторе (Фактор 3) (см. табл. 7). Вероятно, наличие депрессивного аффекта может приводить к руминативным переживаниям, связанным с негативной оценкой собственных действий, и ощущению беспомощности в процессе работы на симуляторе, что отражалось в увеличении показателей психического напряжения.

Согласно полученным данным, низкая *социальная уверенность* и высокое *недоверие* могут рассматриваться как предикторы стресса на начальных этапах работ на симуляторе с последующей адаптацией (Фактор 4) (см. табл. 7). Чувство отчужденности и неудовлетворенности отношениями с другими людьми, общее негативное восприятие социальных взаимоотношений в совокупности с неуверенностью в себе и низкой социальной адаптацией, вероятно, способствуют негативному восприятию начала работы на симуляторе. Последующая адаптация может быть связана с переоценкой ситуации и формированием конструктивной стратегии реагирования.

Предикторами стресса на конечном этапе работы на симуляторе (Фактор 5) выступили *социальная отчужденность*, *высокое доверие* к другим и *самоорганизованность* (см. табл. 7). Несмотря на высокую самоорганизованность и умение планировать действия для решения поставленных задач, а также позитивное отношение к окружающим и наличие теплых отношений с другими, выраженное чувство неудовлетворенности, низкая самооценка и наличие депрессивного аффекта приводят испытуемого к постепенной дезадаптации и выраженному стрессу на последних этапах работы на симуляторе.

Далее был проведен дисперсионный анализ (ANOVA) с повторными измерениями с целью оценки влияния предпочитаемой стратегии совладения со стрессовой ситуацией (стратегия 1 – волевая; стратегия 2 – рефлексивная) на среднеарифметическое значение индекса напряжения регуляторных систем по Баевскому (TensionIdx) и стандартное отклонение индекса напряжения по Баевскому (StdTi) на трех этапах работы на симуляторе. В качестве ковариатной переменной был взят Фактор 4 (рис. 2).

Было выявлено значимое влияние факторов «Стратегия» и «Этап» на индекс напряжения регуляторных систем по Баевскому ( $F(2,38) = 3,4087$ ,  $p < 0,05$ ). Полученные данные свидетельствуют о том, что использование стратегии 1, предполагавшей преодоление стрессовой ситуации путем дополнительной мобилизации усилий и актуализации информации об алгоритме действий в оперативной памяти, приводило к большему напряжению в начале и постепенной адаптации к концу работы, что выражалось в снижении индекса напряжения регуляторных систем по Баевскому. Лица, предпочитавшие стратегию 2, которая основывалась на гармонизации мотивационной сферы путем изменения отношения к внешней ситуации, напротив, демонстрировали в начале работы меньшее напряжение, которое резко увеличивалось к концу испытания, что может свидетельствовать о постепенной дезадаптации.



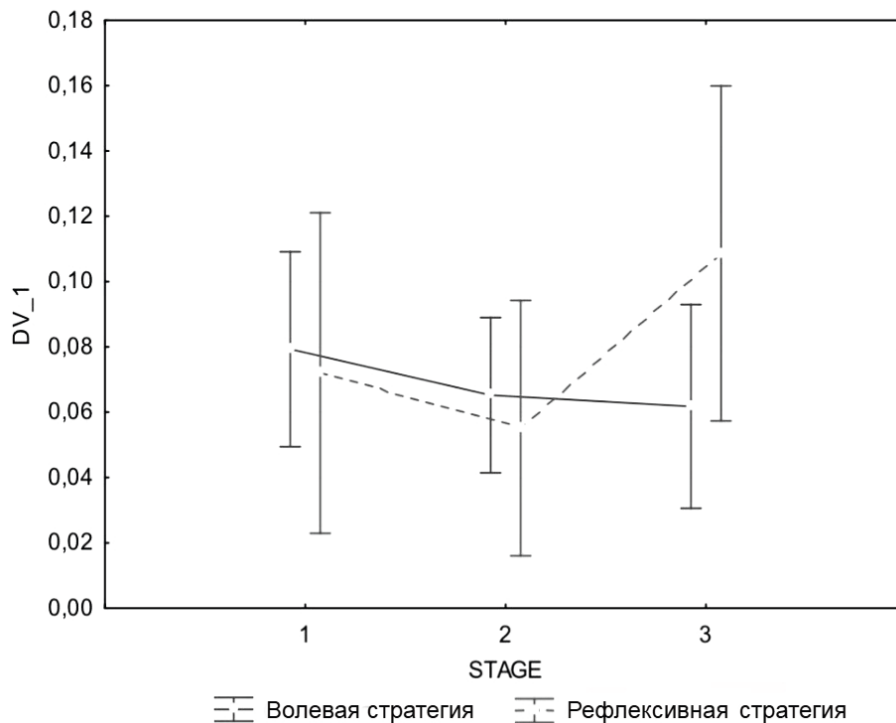
Covariate means:  
FACTOR4: ,105747

STAGE\*Стратегия; LS Means

Current effect:  $F(2, 38)=3,4087$ ,  $p=,04349$

(Computed for covariates at their means)

Vertical bars denote 0,95 confidence intervals



**Рис. 2.** Влияние стратегии совладения со стрессовой ситуацией на среднеарифметическое значение индекса напряжения регуляторных систем по Баевскому (TensionIdx) и стандартное отклонение индекса напряжения по Баевскому (StdTi) на трех этапах работы на симуляторе

## Выводы и заключение

Симуляция была официально признана в качестве инновационного инструмента обучения в образовании в области здравоохранения, которое может улучшить навыки и повысить безопасность пациентов и результативность медицинских вмешательств. В то же время выполнение заданий на симуляторах сопровождается высокой рабочей нагрузкой и личными переживаниями, что может приводить к адаптационным трудностям.

Были выявлены особенности, связанные с зависимостью адаптации при работе на симуляторе от ряда личностных черт и предпочитаемой стратегией совладания со стрессовой ситуацией. Так, самоорганизованность способствует достаточной активации необходимых психофизиологических ресурсов для реализации деятельности на начальных этапах работы на симуляторе. Предикторами длительности стресса и количества пе-

риодов возникновения стресса выступили эмоциональная неустойчивость, недоверие и социальная уверенность. Социальная отчужденность связана с увеличением психического напряжения по мере работы на симуляторе, а низкая социальная уверенность и высокое недоверие могут рассматриваться как предикторы стресса на начальных этапах работ на симуляторе с последующей адаптацией. Предикторами стресса на конечном этапе работы на симуляторе выступили социальная отчужденность, доверие к другим и самоорганизованность. Волевая стратегия совладания со стрессовой ситуацией являлась потенциально более адаптивной по сравнению с рефлексивной стратегией, способствуя актуализации в памяти необходимых действий в процессе выполнения деятельности.

Полученные данные свидетельствуют о значимом вкладе личностных черт в про-

цесс адаптации к стрессу, связанному с работой на симуляторах. Понимание взаимосвязей и взаимовлияний различных компонентов адаптационного процесса в ситуации стресса у студентов-медиков может открыть множество перспектив для будущего медицинского обучения.

Научно обоснованное психологическое сопровождение учебного процесса в условиях симуляционного центра должно учитывать предпочитаемые стратегии, используемые студентами для совладания со стрессом, и возможность их модификации с опорой на личностные качества обучающихся.

### Литература

1. Вассерман Л.И., Беребин М.А., Косенков Н.И. О системном подходе в оценке психической адаптации // Обозрение психиатрии и медицинской психологии имени В. М. Бехтерева. 1994. № 3. С. 16–25.
2. Исурина Г.Л., Грандильевская И.В., Тромбчиньски П.К. «Опросник KON-2006» – новый метод исследования невротических черт личности // Медицинская психология в России. 2017. Т. 9, №. 6. С. 7.
3. Костромина С.Н., Прокофьева В.В., Гнедых Д.С., Королева М.Е. Психофизиологический мониторинг экзаменационного стресса у школьников // Психологические исследования. 2015. № 8(43). С. 7. DOI: 10.54359/ps.v8i43.520.
4. Мороз В.В. Рекомендации по проведению реанимационных мероприятий Европейского совета по реанимации (пересмотр 2015 г.). 3-е изд. М.: НИИОП, НСР. 2016. С. 192.
5. Некрасова М.М., Полевая С.А., Парин С.Б. [и др.]. Патент № 2531443 Российская Федерация, МПК А61В 5/0402 (2006.01). Способ определения стресса: № 2013150016/14: заявл. 11.11.2013; опубл. 20.10.2014. 12 с.
6. Higuchi T. Relationship between the Fractal Dimension and the Power Law Index for a Time Series: A Numerical Investigation //Physica D: Nonlinear Phenomena. 1990. Vol. 46, N 2. Pp. 254–264.
7. Kim H.G. Cheon E.J., Bai D.S. [et al.]. Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature //Psychiatry Investigation. 2018. Vol. 15, N 3. С. 235. DOI: 10.30773/pi.2017.08.17.
8. Peabody J., Ziesmann M.T., Gillman L.M. Comparing the Stress Response Using Heart Rate Variability during Real and Simulated Crises: A Pilot Study // Advances in Health Sciences Education. 2024. Vol. 29, N 2. Pp. 465–475. DOI: 10.1007/s10459-023-10246-7.

Поступила 12.01.2025

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

**Участие авторов:** И.С. Короткова – планирование и проведение исследования, обработка и анализ результатов, написание статьи; Г.Л. Исурина – планирование исследования, обработка и анализ результатов, написание статьи; И.В. Грандильевская – планирование и проведение исследования, обработка и анализ результатов, написание статьи; И.А. Горбунов – обработка и анализ результатов, написание статьи; Е.О. Клейман – планирование и проведение исследования, обработка и анализ результатов, написание статьи.

**Для цитирования.** Короткова И.С., Исурина Г.Л., Грандильевская И.В., Горбунов И.А., Клейман Е.О. Психофизиологические аспекты адаптации и стресс-реакции студентов-медиков в процессе работы на симуляторах // Вестник психотерапии. 2025. № 94. С. 71–82. DOI: 10.25016/2782-652X-2025-0-94-71-82

**Финансовая поддержка** – исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (РНФ) № 23-25-00159 «Психологическая адаптация студентов-медиков к обучению с использованием симуляционных технологий».

I.S. Korotkova, G.L. Isurina, I.V. Grandilevskaja, I.A. Gorbunov, E.O. Kleiman

## Psychophysiological Aspects of Medical Students' Adaptation in the Process of Working on Simulators

Saint Petersburg State University (7–9, Universitetskaya Emb., St. Petersburg, Russia)

✉ Inga Sergeevna Korotkova – PhD Psychol. Sci., Associate Prof., Department of medical psychology and psychophysiology, St. Petersburg State University (7–9, Universitetskaya Emb., St. Petersburg, 199034, Russia), e-mail: i.s.korotkova@spbu.ru;

Galina Lvovna Isurina – PhD Psychol. Sci. Associate Prof., Prof. of the Department of medical psychology and psychophysiology, St. Petersburg State University (7–9, Universitetskaya Emb., St. Petersburg, 199034, Russia), e-mail: g.isurina@spbu.ru;

Irina Vladimirovna Grandilevskaja – PhD Psychol. Sci., Associate Prof., Department of medical psychology and psychophysiology, St. Petersburg State University (7–9, Universitetskaya Emb., St. Petersburg, 199034, Russia), e-mail: i.grandilevskaja@spbu.ru;

Ivan Anatolyevich Gorbunov – PhD Psychol. Sci., Senior Researcher, Department of medical psychology and psychophysiology, St. Petersburg State University (7–9, Universitetskaya Emb., St. Petersburg, 199034, Russia), e-mail: i.a.gorbunov@spbu.ru;

Elena Olegovna Kleiman – assistant, Department of medical psychology and psychophysiology, St. Petersburg State University (7–9, Universitetskaya Emb., St. Petersburg, 199034, Russia), e-mail: elena.o.kleyman@spbu.ru

### Abstract

**Relevance.** Simulation technologies are widely used in medical education and practical healthcare. Performance of tasks on simulators is close to real working conditions of medical specialists and associated with high workload and personal distress, which can lead to adaptation difficulties manifested in psychological, physiological and humoral indicators.

**Intention.** The research is devoted to the study of interrelations and influences of psychological and physiological components of adaptation process in a stress situation in medical students.

**Methodology.** The study sample consisted of 32 students of medical specialties. The stress level was measured during the process of performing cardiopulmonary resuscitation on a simulator by recording electrocardiogram using a *heart rate monitor chest strap* Polar H10. Personality traits were assessed by the neurotic personality questionnaire KON-2006.

**Results and Analysis.** 5 factors explaining 67 % of the variance were extracted from the ECG by the method of exploratory factor analysis. A significant influence of a number of personality traits and preferred coping strategy on the process of physiologic adaptation to stress related to simulator work was revealed.

**Conclusion.** Scientifically-based psychological support of the educational process in the simulation center should take into account the preferred strategies used by students to cope with stress, and the possibility of their modification based on the personal traits of students.

**Keywords:** simulation training, stress, adaptation, tension index of regulatory systems, coping strategies.

### References

1. Vasserman L.I., Berebin M.A., Kosenkov N.I. O sistemnom podkhode v otsenke psikhicheskoi adaptatsii [On a systematic approach to assessing mental adaptation]. *Obozrenie psikhiatrii i meditsinskoj psikhologii im. V.M.Bekhtereva* [Review of Psychiatry and Medical Psychology named after V. M. Bekhterev]. 1994; (3): 16–25. (In Russ.)
2. Isurina G.L., Grandilevskaja I.V., Trabczynski P.K. «Oprosnik KON-2006» – novyi metod issledovaniya nevroticheskikh chert lichnosti [The KON-2006 questionnaire is a new method for studying neurotic personality traits]. *Meditsinskaja psikhologiya v Rossii* [Medical psychology in Russia]. 2017; (6(47)): 7. (In Russ.)
3. Kostromina S.N., Prokofeva V.V., Gnedykh D.S., Koroleva M.E. Psikhofiziologicheskiy monitoring ekzamenatsionnogo stressa u shkol'nikov [Psychophysiological monitoring of evaluation stress in school children]. *Psikhologicheskie issledovaniya* [Psychological Studies]. 2015; (8(43)): 7. (In Russ.)

4. Moroz V.V. Rekomendacii po provedeniyu reanimacionnyh meropriyatij Evropejskogo soveta po reanimacii (peresmotr 2015 g.). 3-e izd. [European resuscitation council guidelines for resuscitation (2015 revision) 3rd edition]. Moscow. 2016: 192. (In Russ.)
  5. Nekrasova M.M., Poleyaya S.A., Parin S.B. [et al.]. Sposob opredeleniya stressa [Method of determining stress]. Patent RF № 2013150016/14. 2014: 14. (In Russ.)
  6. Higuchi T. Relationship between the fractal dimension and the power law index for a time series: a numerical investigation. *Physica D: Nonlinear Phenomena*. 1990; 46(2): 254–264.
  7. Kim H.G., Cheon E.J., Bai D.S. [et al.]. Stress and heart rate variability: a meta-analysis and review of the literature. *Psychiatry investigation*. 2018; 15(3): 235. DOI: 10.30773/pi.2017.08.17.
  8. Peabody J., Ziesmann M. T., Gillman L. M. Comparing the stress response using heart rate variability during real and simulated crises: a pilot study. *Advances in Health Sciences Education*. 2024; 29(2): 465–475. DOI: 10.1007/s10459-023-10246-7.
- 

Received 12.01.2025

**For citing:** Korotkova I.S., Isurina G.L., Grandilevskaja I.V., Gorbunov I.A., Kleiman E.O. Psikhofiziologicheskie aspekty adaptatsii i stress-reaktsii studentov-medikov v protsesse raboty na simulyatorakh. *Vestnik psihoterapii*. 2025; (94): 71–82. (In Russ.)

Korotkova I.S., Isurina G.L., Grandilevskaja I.V., Gorbunov I.A., Kleiman E.O. Psychophysiological aspects of medical students' adaptation in the process of working on simulators. *Bulletin of Psychotherapy*. 2025; (94): 71–82. DOI: 10.25016/2782-652X-2025-0-94-71-82

---