

ДИСКУССИЯ



Серия «Психология»
2021. Т. 37. С. 88–103
Онлайн-доступ к журналу:
<http://izvestiapsy.isu.ru/ru>

ИЗВЕСТИЯ
*Иркутского
государственного
университета*

УДК 519.71+159.9

<https://doi.org/10.26516/2304-1226.2021.37.88>

Вероятностная модель оценки стрессовых состояний

О. Ф. Дворникова

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург, Россия*

С. В. Дворников

*Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения, г. Санкт-Петербург, Россия
Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
г. Санкт-Петербург, Россия*

А. И. Худяков

*Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. На основе концептуального подхода к представлению стресса в виде этапов (реакции тревоги, стадии резистентности и стадии истощения) разработана модель, учитывающая вероятностный характер перехода от этапа к этапу. Исследованы особенности ее формализации с позиций теории открытых систем. Обоснованы аналитические выражения, определяющие вероятностный характер перехода из одного стрессового состояния в другое. Определены временные интервалы перехода в состояние резистентности в зависимости от показателя стрессовой устойчивости субъекта. Рассмотрены факторы, определяющие параметры стресса с позиций его деструктивного воздействия на субъект. Разработан аналитический аппарат, позволяющий получить вероятностную оценку, характеризующую пребывание субъекта на определенной стадии (этапе) стрессового состояния. Сформулированы предложения по применению полученных результатов.

Ключевые слова: вероятностная модель стресса, стадии протекания стресса, показатели оценки стресса, деструктивное воздействие стресса, стрессовая устойчивость.

Для цитирования: Дворникова О. Ф., Дворников С. В., Худяков А. И. Вероятностная модель оценки стрессовых состояний // Известия Иркутского государственного университета. Серия Психология. 2021. Т. 37. С. 88–103. <https://doi.org/10.26516/2304-1226.2021.37.88>

Введение

Методы теории исследования систем, как правило, носят междисциплинарный характер, поскольку позволяют рассматривать поведение сложных объектов при их взаимодействиях в различных областях аспектов науки [Повзнер, 2002].

В общем случае под системами в теории управления специалисты понимают любую группу взаимодействующих объектов [Вероятностная модель оценки ... , 2020]. В качестве таковых могут выступать биологические субстанции, элементы социума, а также электромеханические, информационные и даже виртуальные продукты [Посохова, 2001]. С позиций теории систем любые объекты можно рассматривать как множество носителей определенных свойств [Разинкина, Меркулова, 2006]. При этом в рамках указанной теории особое место отводится так называемым открытым системам [Месарович, Такахара, 1978]. Так, согласно Ш. Чжу-Чуань, открытыми называют системы, которые взаимодействуют с окружающей средой [Чжу-Чуань, 1997]. В результате этого взаимодействия происходит изменение характеристик обеих взаимодействующих систем. Следовательно, зная причинно-следственные связи, можно не только установить, но и предсказать последствия такого взаимодействия. Важным моментом для специалистов теории управления является поиск условий, при которых обеспечивается сохранение равновесия открытой системы в условиях внешних воздействий, в том числе деструктивного характера [Дворников, Крячко, Пшеничников, 2019].

Учитывая богатый опыт применения методов теории систем в различных отраслях науки, авторы предлагают его использовать для построения вероятностных моделей оценки стрессовых ситуаций, что позволяет прогнозировать ход их протекания. Целесообразность такого решения основана на том, что в рамках понятийного аппарата теории систем человека как субъекта при определенных условиях можно рассматривать как «открытую систему» [Предложения по обработке ... , 2020]. И с этих позиций полагать, что происходящие в такой системе процессы носят интегративный характер.

Действительно, организм в большей или меньшей степени приспосабливается к различным условиям существования в окружающей среде, это свойство называют адаптацией [Зверева, 2005]. Очевидно, что адаптация каждого объекта даже в одинаковых условиях будет протекать по-разному [Гусакова, Городецкая, 2019]. Именно поэтому для получения общей картины предлагается использовать аппарат теории взаимодействия открытых систем [Чжу-Чуань, 1997].

Организация и методы исследования

В общем случае стресс представляет собой одно из психологических состояний человека. Согласно В. А. Бодрову, его можно охарактеризовать как некоторый комплекс неспецифических защитных реакций, которые протекают и проявляются прежде всего на психологическом, поведенческом, а также физическом уровнях [Бодров, 2006].

Понятие стресса впервые было рассмотрено в работе «Стресс без дистресса», представленной широкой научной общественности Гансом Гуго Бруно Селье, канадским ученым австро-венгерского происхождения, в 1936 г. [Селье, 1979]. В своих работах Селье рассматривал реакцию стресса индивидуума (субъекта) на нежелательные явления. В последующем теория стресса получила творческое развитие с позиций различных аспектов.

В. А. Бодровым [2006] исследованы негативные последствия стресса, которые наступают у субъекта. М. В. Федотовой [2007] обоснован комплекс мероприятий, направленных на преодоление постстрессового состояния.

Е. В. Смирновой [2007] предлагаются оригинальные способы последовательной адаптации человека к возникающей стрессовой ситуации. Однако при этом необходимо понимать, что эффективность их реализации обеспечивается лишь в том случае, когда четко определены границы наступления стресса. Но поскольку каждый человек индивидуален, определение момента перехода в активную фазу стрессового состояния является далеко не тривиальной задачей. Притом что в одной и той же ситуации протекание стресса у каждого субъекта, при его общем характере, будет проходить по-своему [Бодров, 2006]. С учетом рассмотренных обстоятельств можно полагать, что сам процесс адаптации субъекта к стрессовым ситуациям требует скрупулезной систематизации.

В настоящее время в научной литературе рассматриваются различные подходы как к классификации стрессового состояния, так и к характеру его протекания. С. Р. Крюковым [2000] представлено четкое деление адаптивных реакций на срочную адаптацию и долговременную.

Характер протекания указанных реакций достаточно полно раскрыл Д. Гринберг [2002]. Он обосновал, что такой подход укладывается в концепцию стресса, предложенную Г. Селье, с позиций сущности факторов, определяющих общий адаптационный синдром. Но при этом следует учитывать и тот факт, что реакция на возникающий стресс, при всей ее индивидуальности, носит общий характер, поскольку возникает в момент быстро происходящих изменений привычных для субъекта условий жизнедеятельности.

Фактически стресс – это ответная реакция субъекта, которая проявляется на подсознательном уровне генетически закрепленного комплекса его индивидуальных реакций. Очевидно, что проявление таких реакций связано с активацией нейрогуморального звена, вызывающей характерные изменения в поведении субъекта в соответствии с изменившимися условиями стрессовой ситуации. Анализ указанного механизма проведен Е. В. Романовым и Н. А. Прониной [2021], которые показали, что адаптация субъекта к стрессовой ситуации происходит заблаговременно, еще до начала наступления активной фазы стрессовой ситуации. Но поскольку это протекает подсознательно, то неподготовленный субъект определить начало ее наступления, а тем более осуществлять ее контроль не способен.

Вместе с тем возникающая стрессовая ситуация мобилизует внутренние резервы, ограждая сознание субъекта от реалий происходящего. Таким образом, можно заключить, что типичный стресс приводит к типичным предсказуемым реакциям [Худяков, 2016], а следовательно, работа адаптационной системы субъекта имеет общие закономерности.

При этом важно понимать, что любой стресс не проходит бесследно, а приводит к так называемому постстрессовому синдрому, связанному с расходом внутренних ресурсов организма – гормонов, тканевых и клеточных энергетических компонентов [Новоселова, 2005]. Но самым страш-

ным последствием стресса является подрыв психического здоровья субъекта [Посохова, 2001]. Именно поэтому О. Л. Сафронова [2010] предлагает при невозможности избежать стрессовой ситуации тщательно к ней подготовиться. Анализ результатов экспериментов, представленных И. Ю. Малышевым с коллегами, показал, что стадия срочной адаптации организма субъекта к стрессу характеризуется активным синтезом белков тканей и ферментов, которые способны не только активировать генетические механизмы, заложенные в структуру клеток, но и непосредственно воздействовать на нейроны [Соотношение экспрессии регуляторных ... , 1994].

Н. Ю. Новоселовой обосновано, что активный синтез адаптивных белков, составляющих основу нейронов мозга, приводит к запуску сложного механизма экспрессии и реэкспрессии на генном уровне [Новоселова, 2005].

А именно эти процессы и характеризуют работу адаптационного механизма, который способствует переходу к долгосрочной адаптации. При этом основным элементом такой долговременной адаптации как раз и является долговременная память [Посохова, 2001].

Следовательно, в интересах актуализации долговременной памяти применительно к возникающим стрессовым ситуациям, аналогичным тем, что способствовали выработке адаптационного механизма, необходима предварительная работа – так называемая психологическая подготовка. Однако ее успех будет обеспечен лишь в том случае, если она будет проведена непосредственно перед моментом стрессовой ситуации. И. Г. Антонова и С. В. Зверева обосновывают необходимость ее проведения таким образом, чтобы тренирующий и обучающий эффекты контролируемой стресс-реакции способствовали ее благополучному разрешению [Антонова, Зверева, 2016]. На основании проведенного анализа теоретических взглядов на характер возникновения и протекания стресса можно заключить следующее. Стресс характеризует не только психологическое, но и физиологическое состояние субъекта. Причиной проявления стресса могут выступать опасность, угроза, обида и пр. [Гумарова, 2011]. В настоящее время достаточно хорошо изучены импульсивная, тормозная, генерализованная формы проявления стресса, приводящие к эмоциональным сдвигам и связанным с ними существенным изменениям протекания психических процессов субъектов.

Несмотря на различие причин, вызывающих стресс, и форм его проявления, он характеризуется тремя последовательно протекающими стадиями [Костин, 2007], представленными на рис. 1.

С целью построения модели протекания стресса рассмотрим характер и особенности каждой из составляющих его стадий.

Начало стресса определяется стадией тревоги (реакция тревоги). На этой стадии происходит мобилизация всех накопленных с учетом ранее полученного опыта функциональных резервов организма. Так, в соответствии с утверждениями А. В. Речкалова и С. В. Духновского, процесс нарастания стресса в стадии тревоги находит свое отражение в активации вегетативной нервной системы субъекта, в которой активизируется процесс перестройки вегетативной и гормональной регуляции организма [Речкалов, Духновский, 2004].

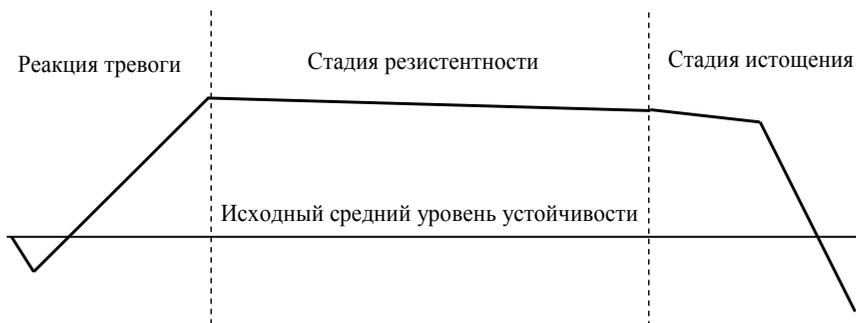


Рис. 1. Стадии стресса по Г. Селье

Уолтер Брэдфорд Кеннон в своей базовой работе «Физиология эмоций. Телесные изменения при боли, голоде, страхе и ярости» [1927] показал связь симпатического отдела вегетативной нервной системы с предварительной эмоционально-когнитивной оценкой степени опасности, исходящей от источника стресса.

Согласно указанным утверждениям, нарастающая стрессовая ситуация может привести к двум возможным реакциям. Первая проявляется в том, что субъект обращается в паническое бегство на физическом или психологическом уровне. Вторая реакция связана с так называемым поведенческим откликом в виде нападения (борьбы). Таким образом, можно констатировать, что реакция на нарастающую стрессовую ситуацию происходит на уровне вегетативной нервной системы, с задействованием в том числе лимбических структур и коры лобных долей головного мозга [Новоселова, 2005]. Следует отметить, что указанная активность, характеризующая физиологическую реакцию субъекта, приводит к существенным изменениям работы целого ряда его функциональных систем, которые в конечном итоге адаптируются таким образом, чтобы максимально снизить негативные последствия стрессовой ситуации.

Вторая стадия развития стрессовой ситуации, определяемая как стадия резистентности, демонстрирует возможности организма субъекта по восстановлению исходного уровня его психологической устойчивости. На данной стадии происходит восстановление нарушенного стрессом исходного равновесия, т. е. возвращение его к исходному состоянию.

Именно в стадии резистентности наблюдается мобилизация организма, в ходе которой расходуется активно накопленный ранее внутренний ресурс. Находясь в этой стадии, субъект сохраняет способность переносить негативное действие стрессоров. Происходит приобретение опыта, в процессе которого субъект становится наиболее устойчивым как к действию раздражителя, вызвавшего стресс, так и к негативным действиям других патогенных факторов, способных привести к стрессу (перекрестная резистентность).

Последней стадией, характеризующей стресс, является стадия истощения, которая возникает в неблагоприятных ситуациях, когда возможности и

ресурсы субъекта на исходе, он уже не справляется с действиями патогенных раздражителей. Происходит психологический надлом, и наступает истощение.

Очевидно, что чем сильнее стресс, тем более значительные потери несет организм субъекта не только на психологическом, но и на физиологическом уровне. Эти потери как раз и обуславливают снижение способности субъекта сопротивляться негативному воздействию стрессоров. Так, исследования С. Т. Посоховой показали, что именно на этой стадии возможно возникновение серьезных заболеваний и даже гибель организма ввиду нарушений и сбоев, происходящих в иммунной системе субъекта [Посохова, 2001]. В отдельных случаях могут иметь место и положительные реакции на стрессоры, в ходе которых включаются механизмы саморегуляции, приводящие к восстановлению функций организма [Зверева, 2005]. Указанное явление определено как опережающее отражение стресса. Данное понятие аккумулирует в себе два компонента: акцептор действия на физиологическом уровне и антиципационный компонент на социально-психологическом уровне [Сафронова, 2010]. При этом антиципация (предвосхищение) используется для обозначения динамической когнитивно-информационной модели стресса.

При рассмотрении стрессовых ситуаций не следует исключать тот факт, что причиной их возникновения могут служить и положительное эмоции [Симаева, 2002], притом что стадии стресса и последовательность их возникновения и протекания соответствуют представленным на рис. 1. Следовательно, несмотря на благоприятные факторы, которые привели к возникновению стрессовой ситуации, последствия для организма субъекта будут иметь негативный характер. Особенности проявления, протекания и возникающих последствий указанного явления достаточно полно описаны А. И. Худяковым [2013], показавшим, что типовые стрессовые ситуации приводят к типовым реакциям организма, однако возникающие последствия могут быть различными и определяются не только психофизиологическим состоянием субъекта в целом, но и наличием полученного ранее опыта.

Таким образом, для более детального понимания сущности рассмотренных процессов необходима разработка соответствующей модели, которая позволила бы принимать во внимание не только характер взаимосвязей состояний, но и динамику их изменений с учетом воздействующих факторов.

Следует отметить, что физиологические особенности указанных взаимосвязей уже рассматривались С. В. Зверевой [2005]. А. В. Речкалову и С. В. Духновскому [2004] удалось установить закономерность, связывающую психофизиологический статус человека с прогностической функцией регулирования стресса.

Проведенный анализ научных взглядов в предметной области стресса показал, что они позволяют достаточно полно охарактеризовать не только стадии стресса, но и особенности реакции на них субъектов в зависимости от полученного ими ранее опыта. Но при этом ни один из подходов не дает возможности спрогнозировать, предсказать наступление очередной стадии стресса. В целях исследования механизма развития стресса разработаны

стимульные модели, модели ответной реакции и транзактные модели (модели взаимодействия), модели несоответствия, ресурсные модели. Однако все указанные модели – вербальные и только на качественном уровне могут характеризовать стресс.

Так, стимульные модели рассматривают стресс как некоторое психологическое требование, приводящее к личностному напряжению [Зверева, 2005]. В стимульных моделях акцентируется роль факторов и событий, приводящих к стрессу. Модели ответной реакции представляют стресс как физиологическую ответную реакцию на воздействие окружающей среды. В них подчеркивается важность физиологической мобилизации субъекта для управления стрессовыми ситуациями. Транзактные модели направлены на описание взаимодействий между личностью и окружающей средой, влекущих за собой стресс. Такие модели показывают динамику процесса, способствующего возникновению стресса.

В моделях несоответствия стресс рассматривается как процесс, приводящий психологические ресурсы в соответствие с предъявляемым требованием стресса [Худяков, 2016]. Напротив, в ресурсных моделях стресса акцент делается на несоответствие между воспринимаемыми требованиями и воспринимаемыми ресурсами [Зверева, 2005].

Интегративная модель стресса строится на основе таких компонентов, как событие-стрессор, восприятие и физиологическая реакция [Гринберг, 2002].

Таким образом, ни одна из указанных моделей не позволяет получать количественные показатели, характеризующие стресс.

Вместе с тем О. М. Радюком [2012] предлагается весьма интересная универсальная модель стресса, изображенная на рис. 2.

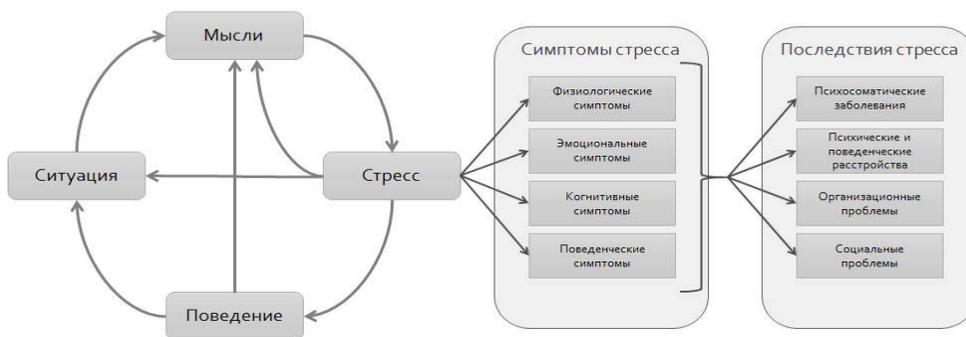


Рис. 2. Универсальная модель стресса

Модель достаточно полно характеризует причинно-следственные связи, определяющие факторы, приводящие к стрессу, его симптомы и последствия. Однако при этом она не ориентирована на получение ни количественных, ни качественных оценок и, в частности, на определение временных рамок протекания каждой из стадий стресса в соответствии с общностью динамики процессов, представленных на рис. 1.

Результаты исследования и их обсуждение

Основой универсальной модели, представленной на рис. 2, является контур «ситуация – стресс». Детальный анализ его структуры показывает, что он аналогичен классу моделей открытых систем, особенности функционирования которых в условиях деструктивных воздействий рассмотрены в работе [Дворников, Крячко, Пшеничников, 2019]. С учетом полученных ими результатов предлагается модель стресса представить в терминах моделей открытых систем (рис. 3).

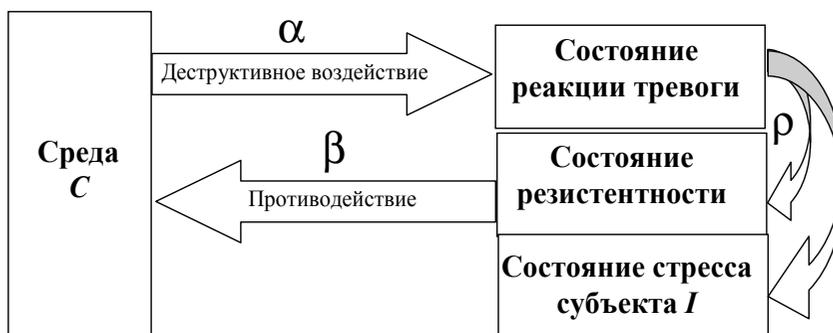


Рис. 3. Модель стресса с позиций теории систем

Поскольку стресс может оказывать как положительное, мобилизующее воздействие на индивидуума, так и отрицательное влияние, определяемое Г. Селье [1979] как дистресс, вплоть до полной дезорганизации, то в дальнейшем исследовании будем рассматривать только негативную составляющую стресса.

В терминах открытых систем процессы протекания стресса можно представить следующим образом. Некоторая среда C оказывает на индивидуума I определенное деструктивное воздействие α , в результате которого индивидуум I переходит в состояние реакции тревоги, из которого он через некоторое время T_c может перейти или в состояние резистентности или в состояние стресса, что соответствует универсальной модели стресса, изображенной на рис. 2. Очевидно, что указанный переход определяется его стрессовой устойчивостью, которая зависит от индивидуального среднего уровня устойчивости (см. рис. 1). На рис. 3 стрессовая устойчивость обозначена как ρ . Далее без потери общности предположим, что уровень деструктивного воздействия α может быть уменьшен в результате дополнительных мер противодействия, обозначенных на рис. 3 как β . При этом указанные меры могут носить коллективный и индивидуальный характер.

В интересах формализации предложенной модели воспользуемся результатами исследования С. Р. Крюкова [2000], которые показали, что большая часть нетехнических процессов, к которым следует отнести и дове-

дение до стресса, могут быть описаны на основе распределений экспоненциального типа.

Тогда вероятность своевременного перехода в состояние резистентности можно записать в следующем виде:

$$P_{cp}(t) = 1 - \exp(-\rho t). \quad (1)$$

На рис. 4 показаны зависимости $P_{cp}(t)$ при различных значениях ρ .

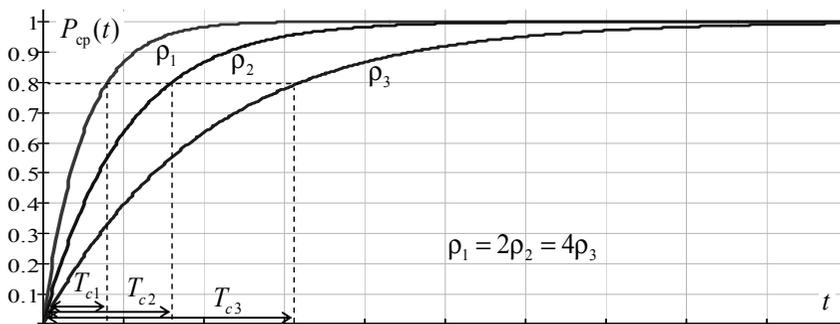


Рис. 4. Вероятность своевременного перехода в состояние резистентности для соответствующих значений показателя устойчивости

На графиках, представленных на рис. 4, показаны значения интервалов времени, при которых происходит переход в состояние резистентности T_{c1}, T_{c2}, T_{c3} , для соответствующих значений ρ_1, ρ_2 , и ρ_3 (значения показателя устойчивости выбраны с учетом двукратного превышения от предыдущей величины) с вероятностью $P_{cp}(t) = 0,8$.

Следует отметить, что графическая модель развития и протекания стресса (см. рис. 3) учитывает как деструктивные воздействия α со стороны внешней среды, так принимаемые меры противодействия β . При этом указанные значения имеют количественные показатели, что позволяет получить численные значения характеристики стресса применительно к изучаемому субъекту.

В частности, если полагать, что учет значения α приводит к снижению значения вероятности перехода $P_{cp}(t)$, а учет значения β , наоборот, к его увеличению, то влияние благоприятных и негативных факторов можно учитывать следующим образом:

$$\widehat{P}_{cp}(t) = 1 - (1 - P_{cp}(t))^\alpha = 1 - (1 - \exp(-\rho t))^\alpha. \quad (2)$$

На рис. 5 показаны зависимости $\widehat{P}_{cp}(t)$ при различных значениях соотношения β/α .

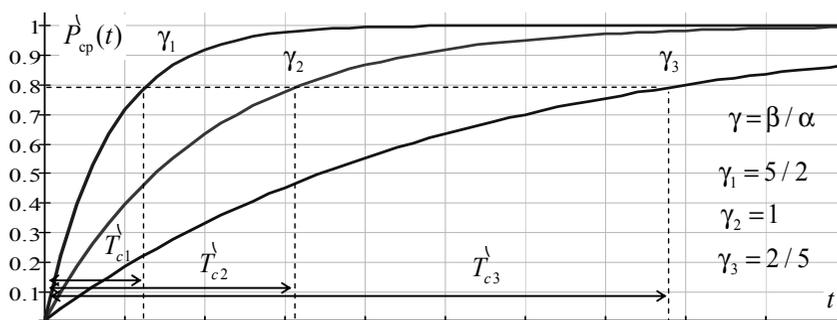


Рис. 5. Вероятность своевременного перехода в состояние резистентности для соответствующих соотношений $\gamma = \beta / \alpha$

На графиках даны значения временных интервалов перехода с вероятностью $P_{cp}(t) = 0,8$ в состояние резистентности \hat{T}_{c1} , \hat{T}_{c2} , \hat{T}_{c3} для соответствующих соотношений $\gamma = \beta / \alpha$, в частности $\gamma_1 = 5 / 2$, $\gamma_2 = 1$ и $\gamma_3 = 2 / 5$.

Графики на рис. 4 и 5 построены в одном масштабе. Аналитически значение времени T_{c3} совпадает с \hat{T}_{c2} , что подтверждается результатами визуального анализа представленных графиков.

Предложенная вероятностная модель своевременного перехода в состояние резистентности изучается в рамках ее апробации в практической работе педагога-психолога и будет уточняться с учетом предложений по оценке результатов, полученных Т. А. Трифиновой, Н. В. Мищенко и Н. В. Орешниковой [2018].

Выводы

На протяжении всего жизненного цикла любой субъект неоднократно сталкивается со стрессовыми ситуациями. Поэтому вопросы, связанные с преодолением их последствий, всегда будут волновать человечество. Следовательно, поиск новых подходов к описанию механизмов протекания стрессов и преодоления их последствий будет актуален всегда.

При всей общности протекания стрессов они имеют достаточно частный характер, обусловленный психологическими и физиологическими особенностями организма субъекта, его прежним опытом и устойчивостью иммунной системы к воздействию негативных факторов.

Вместе с тем характер современных стрессоров таков, что реакция на них может быть не только неадаптивной, но в определенных ситуациях и потенциально летальной [Зверева, 2005]. Именно с этих позиций необходима модель, которая позволит хотя бы на вероятностном уровне определить продолжительность протекания тех или иных процессов для последующего диагностирования ситуации в целом.

Очевидно, что наличие такой модели даст возможность не только разработать комплекс мер по успешной адаптации субъекта, направленной на

мобилизацию его внутренних ресурсов, но, вероятно, обеспечить когнитивное управление этим процессом.

Разработанная модель базируется на концепции общепринятого подхода к представлению стрессовых ситуаций. Она явилась лишь первым шагом к получению более общей модели, которая, по мнению авторов, сможет учесть все возможные факторы, определяющие вопросы как возникновения стресса, так и борьбы с ним.

Предложенная формализация позволила получить графическое представление перехода из состояния реакции тревоги в состояние резистентности. Для получения количественных значений времени перехода в состояние резистентности целесообразно получить статистику, используя, например, тесты, предлагаемые в [Трифорова, Мищенко, Орешникова, 2018]. Тогда, имея реперные значения, можно прогнозировать для конкретных индивидуумов как время наступления стресса, так и характер мер его недопущения. Эти вопросы являются предметом дальнейших исследований.

Список литературы

Антонова И. Г., Зверева С. В. Социометрическая структура подростковых групп: индивидуальные и социально-психологические факторы, ее определяющие // Евразийское научное объединение. 2016. Т. 1, № 7(19). С. 31–36.

Бодров В. А. Психологический стресс: развитие и преодоление. М. : Пер Сэ, 2006. 528 с.

Вероятностная модель оценки эффективности открытых информационных систем в условиях деструктивных воздействий. Ч. 1. Аналитическое моделирование / О. Ф. Дворникова, И. М. Татарникова, С. С. Дворников, А. Е. Смелов // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2020. № 1. С. 42–50.

Гринберг Д. Управление стрессом. СПб. : Питер, 2002. 496 с.

Гумарова Л. Ж. Хронобиологические аспекты адаптации к стрессу // Вестник Тверского государственного университета. Серия Биология и экология. 2011. № 22. С. 149–160.

Гусакова Е. А., Городецкая И. В. Модель эмоционального стресса «дефицита времени» // Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2019. Т. 18, № 1. С. 8–13.

Дворников С. В., Крячко А. Ф., Пшеничников А. В. Моделирование радиотехнических систем в конфликтных ситуациях когнитивного характера // Волновая электроника и инфокоммуникационные системы : сб. ст. XXII Междунар. науч. конф. : в 2 ч. СПб. : С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения, 2019. Ч. 2. С. 84–89.

Зверева С. В. Развитие интеллекта как высшего уровня адаптационной системы в контексте гендерных различий : дис. ... д-ра психол. наук. СПб., 2005. 511 с.

Кеннон В. Физиология эмоций. Телесные изменения при боли, голоде, страхе и ярости / под редакцией и с предисловием Б. М. Завадовского. Л. : Прибой, 1927. 176 с.

Костин А. В. Детерминированная математическая модель управления стрессом // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. 2007. Т. 15, № 4. С. 62–72.

Крюков С. Р. Математическое моделирование целесообразного поведения личности для управления развитием ее научных способностей : дис. ... канд. техн. наук. Самара, 2000. 130 с.

Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. М. : Мир, 1978. 312 с.

Новоселова Н. Ю. Межполушарная асимметрия фосфолипидов мозга при адаптации к стрессу и фармакологическом воздействии : дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2005. 169 с.

Повзнер Л. Д. Теория систем управления : учеб. пособие для вузов. М. : Изд-во МГГУ, 2002. 472 с.

Посохова С. Т. Психология адаптирующейся личности. СПб. : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2001. 240 с.

Предложения по обработке результатов оценки научных исследований / С. С. Дворников, О. Ф. Дворникова, В. Ф. Самохин, И. М. Татарникова // Информация и космос. 2020. № 1. С. 71–74.

Разинкина Е. М., Меркулова А. В. Разработка системы управления вуза на основе принципов и технологии открытых систем // Информационные технологии и вычислительные системы. 2006. № 3. С. 79–83.

Радюк О. М. Универсальная модель стресса // Актуальные проблемы психосоматики в общемедицинской практике, Санкт-Петербург / ред. В. И. Мазуров. 2012. Вып. XII. С. 206–213.

Речкалов А. В., Духновский С. В. Психофизиологические особенности переживания экзистенциальных ситуаций // Вестник КГУ. Серия: Физиология, психофизиология, психология. 2004. № 1. С. 123–133.

Романова Е. В., Пронина Н. А. Построение эффективной модели управления стрессом в образовательном процессе у преподавателей вузов // Концепт. 2021. № 4. С. 58–74.

Сафронова О. Л. Социологическая модель профессионального стресса как дисбаланса профессиональной роли // Социальная политика и социология. 2010. № 4 (58). С. 171–179.

Селье Г. Стресс без дистресса. М. : Прогресс, 1979. 124 с.

Симаева И. Н. Динамика эмоционально-чувственного состояния личности в процессе адаптации к деятельности. Калининград : Изд-во Калинингр. гос. ун-та, 2002. 129 с.

Смирнова Е. В. Моделирование адаптации к экстремальным условиям, эффект группового стресса и корреляционная адаптометрия : дис. ... д-ра физ.-мат. наук. Красноярск, 2000., 274 с.

Соотношение экспрессии регуляторных и структурных генов в адаптации к повторным стрессам и в ее защитных эффектах / И. Ю. Малышев [и др.] // Отчет о НИР № 94-04-13346 (Российский фонд фундаментальных исследований). М. : НИИ общей патологии и патофизиологии РАМН, 1994. 315 с.

Трифоновна Т. А., Мищенко Н. В., Орешникова Н. В. Прикладная экология человека : учеб. пособие для вузов. М. : Юрайт, 2018. 206 с.

Федотова М. В. Роль полиаминов в адаптации *escherichia coli* к супероксидному стрессу : дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 2007. 135 с.

Худяков А. И. Психология измерений. СПб. : Копи-Р Групп, 2013. 220 с.

Худяков А. И. Экспериментальная психология. Харьков : Гуманит. центр, 2016. 408 с.

Чжу-Чуань Ш. Концепция открытых систем в проектировании информационных систем прикладного характера : автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1997. 141 с.

Probability Model for Stress Condition Assessment

O. F. Dvornikova

*The Bonch-Bruевич St. Petersburg State University of Telecommunications
Saint Petersburg, Russian Federation*

S. V. Dvornikov

*St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg,
Russian Federation
Military Academy of Communications, Saint Petersburg, Russian Federation*

A. I. Hudyakov

Herzen University, Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract. The article presents a model giving consideration to probability nature of the transition from one stage to another based on the conceptual approach to understanding stress as stages: an alarm reaction, resistivity and exhaustion stages suggested by H. Selye. The author examined some features of its formalization in the framework of open system theory. The arguments for analytical expressions determining probability nature of the transition from one stress condition to another have been presented. The author determined time intervals of the transition to a resistivity stage depending on the stress tolerance index of a subject. The article gives factors establishing stress parameters in terms of its destructive impact upon a subject. The author suggested an analytical framework providing probability assessment indicating the presence of a subject at a certain stage of a stress condition. The article suggests some ways to apply the results obtained.

Keywords: probability model of stress, stages of stress, stress assessment indices, destructive impact of stress, stress tolerance.

For citation: Dvornikova O.F., Dvornikov S.V., Hudyakov A.I. Probability Model for Stress Condition Assessment. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Psychology*, 2021, vol. 37, pp. 88-103. <https://doi.org/10.26516/2304-1226.2021.37.88> (in Russian)

References

Antonova I.G., Zvereva S.V. Sotsiometricheskaya struktura podrostkovykh grupp: individualnyye i sotsial'no-psikhologicheskiye faktory, yeye opredelyayushchiye [Sociometric structure of adolescent groups: individual and socio-psychological factors that determine it]. *Yevraziyskoye Nauchnoye Ob'yedineniye* [Eurasian Scientific Association], 2016, vol. 1, no. 7(19), pp. 31-36. (in Russian)

Bodrov V.A. *Psikhologicheskij stress: razvitiye i preodoleniye* [Psychological stress: development and overcoming]. Moscow, Per Se Publ., 2006, 528 p. (in Russian)

Dvornikova O.F., Tatarnikova I.M., Dvornikov S.S., Smelov A.Ye. Veroyatnostnaya model' otsenki effektivnosti otkrytykh informatsionnykh sistem v usloviyakh destruktivnykh vozdeystviy. Chast' 1. analiticheskoye modelirovaniye [A probabilistic model for assessing the effectiveness of open information systems under destructive influences. Part 1. analytical modeling]. *Nauchno-analiticheskij zhurnal Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta Gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby MCHS Rossii* [Scientific-analytical journal Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the EMERCOM of Russia], 2020, no. 1, pp. 42-50. (in Russian)

Grinberg D. *Upravleniye stressom* [Stress Management]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2002, 496 p. (in Russian)

Gumarova L.Zh. Khronobiologicheskiye aspekty adaptatsii k stressu [Chronobiological aspects of adaptation to stress]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Bi-*

ologiya i ekologiya [Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology], 2011, no. 22, pp. 149-160. (in Russian)

Gusakova Ye.A., Gorodetskaya I.V. Model' emotsional'nogo stressa «defitsita vremeni» [Model of emotional stress «lack of time»]. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Bulletin of Vitebsk State Medical University], 2019, vol. 18, no. 1, pp. 8-13. (in Russian)

Dvornikov S.V., Kryachko A.F., Pshenichnikov A.V. Modelirovaniye radiotekhnicheskikh sistem v konfliktnykh situatsiyakh kognitivnogo kharaktera [Modeling of radio engineering systems in conflict situations of a cognitive nature]. *Volnovaya elektronika i infokommunikatsionnyye sistemy. Sbornik statey XXII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: 2-kh chastyakh*. [Wave electronics and infocommunication systems Collection of articles of the XXII International Scientific Conference: 2 parts], Saint Petersburg, Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation Publ., 2019, part II, pp. 84-89. (in Russian)

Zvereva C.B. *Razvitiye intellekta kak vysshego urovnya adaptatsionnoy sistemy v kontekste gendernykh razlichiy. Diss. ... dokt. psikhol. nauk* [The development of intelligence as the highest level of the adaptive system in the context of gender differences. Cand. sci. diss.]. Saint Petersburg, 2005, p. 511. (in Russian)

Kennon V. (ed. by Zavadovskogo B. M.) *Fiziologiya emotsiy. Telesnyye izmeneniya pri boli, golode, strakhe i yarosti* [Bodily changes in pain, hunger, fear and rage]. Leningrad, Priboi Publ., 1927, 176 p. (in Russian)

Kostin A.V. Determinirovannaya matematicheskaya model' upravleniya stressom [Deterministic mathematical model of stress management]. *Rossiyskiy mediko-biologicheskii vestnik imeni akademika I.P. Pavlova* [I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald], 2007, vol. 15, no. 4, pp. 62-72. (in Russian)

Kryukov S.R. *Matematicheskoye modelirovaniye tselesoobraznogo povedeniya lichnosti dlya upravleniya razvitiyem yeye nauchnykh sposobnostey. Diss. ... kand. tekhn. nauk* [Mathematical modeling of the appropriate behavior of a person to manage the development of his scientific abilities. Cand. sci. diss.]. Samara, 2000, 130 p. (in Russian)

Mesarovich M., Takahara Ya. *Obshchaya teoriya sistem: matematicheskiye osnovy* [General theory of systems: mathematical foundations]. Moscow, Mir Publ., 1978, 312 p. (in Russian)

Novoselova N.Yu. *Mezhpolusharnaya asimmetriya fosfolipidov mozga pri adaptatsii k stressu i farmakologicheskoy vozdeystvii. Diss. ... kand. biol. nauk* [Interhemispheric asymmetry of brain phospholipids during adaptation to stress and pharmacological effects. Cand. sci. diss.]. Saint Petersburg, 2005, 312 p. (in Russian)

Povzner L.D. *Teoriya sistem upravleniya: Uchebnoye posobie dlya vuzov: uchebnoye posobie dlya vuzov* [Control systems theory: textbook for universities]. Moscow, MGGU Publ., 2002, 472 p. (in Russian)

Posokhova S.T. *Psikhologiya adaptiruyushchey lychnosti* [Psychology of an adapting personality]. Saint Petersburg, Herzen University Publ., 2001, 240 p. (in Russian)

Dvornikov S.S., Dvornikova O.F., Samokhin V.F., Tatarnikova I.M. Predlozheniya po obrabotke rezul'tatov otsenki nauchnykh issledovaniy [Proposals for processing the results of the evaluation of scientific research]. *Informatsiya i kosmos* [Information and Space], 2020, no. 1, pp. 71-74. (in Russian)

Razinkina Ye.M., Merkulova A.V. Razrabotka sistemy upravleniya vuza na osnove printsipov i tekhnologii otkrytykh sistem [Development of a university management system based on the principles and technology of open systems]. *Informatsionnyye tekhnologii i vychislitel'nyye sistemy* [Information technologies and computing systems], 2006, no. 3, pp. 79-83. (in Russian)

Radyuk O.M., Mazurov V.I. (ed.) *Universal'naya model' stressa* [Universal stress model]. *Aktualnye problemy psichosomatiki v obshchemeditsinskoi praktike. Peterburg* [Actual problems of psychosomatics in general medical practice], 2012, is. XII, pp. 206-213. (in Russian)

Rechkalov A.V., Dukhnovskii S.V. Psikhofiziologicheskie osobennosti perezhivaniya ekzistentsial'nykh situatsii [Psychophysiological features of experiencing existential situations]. *Vestnik Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Fiziologiya, psikhofiziologiya, psikhologiya»* [Bulletin of the Kurgan State University. Series «Physiology, psychophysiology, psychology»], 2004, no. 1, pp. 123-133. (in Russian)

Romanova Ye.V., Pronina N.A. Postroyeniye effektivnoy modeli upravleniya stressom v obrazovatel'nom protsesse u prepodavateley vuzov [Building an effective model of stress management in the educational process among university teachers]. *Kontsept* [Concept], 2021, no. 4, pp. 58-74. (in Russian)

Safronova O.L. Sotsiologicheskaya model' professional'nogo stressa kak disbalansa professional'noy roli [Sociological model of professional stress as an imbalance of professional role]. *Sotsial'naya politika i sotsiologiya* [Social policy and sociology], 2010, no. 4(58), pp. 171-179. (in Russian)

Sel'ye G. *Stress bez distressa* [Stress without distress]. Moscow, Progress Publ., 1979, 124 p. (in Russian)

Simayeva I.N. *Dinamika emotsional'no-chuvstvennogo sostoyaniya lichnosti v protsesse adaptatsii k deyatelnosti* [Dynamics of the emotional and sensory state of the individual in the process of adaptation to activity]. Kaliningrad, Kaliningrad State University Publ., 2002, 129 p. (in Russian)

Smirnova Ye.V. *Modelirovaniye adaptatsii k ekstremal'nym usloviyam, effekt gruppovogo stressa i korrelyatsionnaya adaptometriya. Diss. ... dokt. fiziko-matem. nauk* [Simulation of adaptation to extreme conditions, the effect of group stress and correlation adaptometry. Doct. sci. diss.]. Krasnoyarsk, 2000, 274 p. (in Russian)

Malyshev I.Yu. et. al. Sootnosheniye ekspressii regulatorynykh i strukturnykh genov v adaptatsii k povtornym stressam i v yeye zashchitnykh effektakh [The ratio of the expression of regulatory and structural genes in adaptation to repeated stresses and in its protective effects]. *Otchet o NIR № 94-04-13346* (Rossiyskiy fond fundamental'nykh issledovaniy) [Research report No. 94-04-13346 (Russian Foundation for Basic Research)]. Moscow, Institute of General Pathology and Pathophysiology Publ., 1994, 315 p. (in Russian)

Trifonova T.A. Mishchenko N.V., Oreshnikova N.V. *Prikladnaya ekologiya cheloveka* [Applied human ecology]. Moscow, Yurait Publ., 2018, 206 p. (in Russian)

Fedotova M.V. *Rol' poliaminov v adaptatsii escherichia coli k superoksidnomu stress. Diss. ... kand. biol. nauk* [The role of polyamines in the adaptation of escherichia coli to superoxide stress. Cand. sci. diss.]. Perm, 2007, 135 p. (in Russian)

Khudyakov A.I. *Psikhologiya izmereniy* [Measurement psychology]. Saint Petersburg, Kopi-R Grupp Publ., 2013, 220 p. (in Russian)

Khudyakov A.I. *Eksperimental'naya psikhologiya* [Experimental psychology]. Kharkiv, Gumanitarnyy Tsentr Publ., 2016, 408 p. (in Russian)

Chzhu-Chuan' Shen. *Kontseptsiya otkrytykh sistem v proyektirovaniy informatsionnykh sistem prikladnogo kharaktera. Avto-ref. diss. ... kand. tekhnich. nauk* [The concept of open systems in the design of applied information systems. Cand. sci. diss. abstr.]. Moscow, 1997, 141 p. (in Russian)

Дворникова Ольга Федоровна

психолог

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
Россия, 193232, г. Санкт-Петербург,
пр. Большевиков, 22, корп. 1
e-mail: olga.dvornikova.68@mail.ru

Dvornikova Olga Fedorovna

Psychologist, The Bonch-Bruевич

St. Petersburg State
University of Telecommunications,
22/1, Bolshevikov ave., Saint Petersburg,
193232, Russian Federation
e-mail: olga.dvornikova.68@mail.ru

Дворников Сергей Викторович

доктор технических наук, профессор,
кафедра радиосвязи
Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборо-
строения
Россия, 190000, г. Санкт-Петербург,
ул. Большая Морская, 67 А
профессор кафедры радиотехнических
и оптоэлектронных комплексов
Военная академия связи им. Маршала
Советского Союза С. М. Буденного
Россия, 194064, г. Санкт-Петербург,
Тихорецкий проспект, 3
e-mail: practicsv@yandex.ru

Худяков Андрей Иванович

доктор психологических наук, профессор
кафедра психологии профессиональной
деятельности
Российский государственный
педагогический университет
им. А. И. Герцена
191186, г. Санкт-Петербург, набережная
реки Мойки, 48
e-mail: haipsy@yandex.ru

Dvornikov Sergey Viktorovich

Doctor of Sciences (Technical), Professor
Department of Radio Engineering and
Optoelectronic Complexes
St. Petersburg State University
of Aerospace Instrumentation
67 A, Bolshaya Morskaya st., Saint
Petersburg, 190000, Russian Federation
Professor of the Radio Communication
Department, Military Academy
of Communications named after Marshal
of the Soviet Union S. M. Budyonny
3, Tikhoretsky prospect, Saint Petersburg,
194064, Russian Federation
e-mail: practicsv@yandex.ru

Hudyakov Andrey Ivanovich

Doctor of Sciences (Psychology), Professor
Department of Psychology of Professional
Activity, Herzen University,
48, Moika river emb., Saint Petersburg,
191186, Russian Federation
e-mail: haipsy@yandex.ru