

DOI: 10.31862/2500-297X-2025-4-180-196

УДК 37.025.4:(612.821+519.25)

**О.А. Джафарова¹, О.М. Базанова^{1, 2, 3},
Е.Д. Николенко¹, К.А. Джафаров⁴, Т.А. Николаева⁵**

¹ Федеральный исследовательский центр
фундаментальной и трансляционной медицины,
630060 г. Новосибирск, Российская Федерация

² Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет,
630090 г. Новосибирск, Российская Федерация

³ Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет),
117303 г. Москва, Российская Федерация

⁴ Новосибирский государственный технический университет,
630073 г. Новосибирск, Российская Федерация

⁵ Лимнологический институт Сибирского отделения РАН,
664033 г. Иркутск, Российская Федерация

Обучаемость саморегуляции студентов инженерных и естественно-научных специальностей

Статья посвящена изучению обучаемости саморегуляции как способности человека быстро и легко осваивать новые навыки. Цель исследования – проанализировать обучаемость саморегуляции студентов естественно-научных и инженерных специальностей с использованием индекса обучаемости саморегуляции, основанного на данных электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и электромиограммы (ЭМГ) в ходе тренинга саморегуляции посредством технологии биоуправления. Индекс обучаемости саморегуляции рассчитывался в каждой сессии по суммарному проценту успешных периодов тренинга к общей длительности сессии. Успешными назывались периоды, когда контроль когнитивных функций, оцениваемый по увеличению

© Джафарова О.А., Базанова О.М., Николенко Е.Д.,
Джафаров К.А., Николаева Т.А., 2025

Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



амплитуды альфа волн ЭЭГ, сопровождался снижением напряжения мышц лба как показателя эмоционального напряжения. Установлено, что студенты естественно-научных специальностей показали более высокую академическую успеваемость по непрофильной дисциплине «Введение в когнитивные науки», чем инженерные специалисты. Динамика обучаемости саморегуляции в группах исследования была различной. У студентов естественно-научных специальностей она возростала при решении задач повышенной сложности. Аналогично изменялись в этой группе показатели эффективности обучения, сопровождаясь более резкими колебаниями в силу их индивидуальной вариативности. В группе инженеров индекс обучаемости саморегуляции после уменьшения на задачах среднего уровня в дальнейшем незначительно вырос, но не достиг исходного уровня, а эффективность обучения плавно снижалась при увеличении трудности выполняемого задания. Предположительно, этот результат связан с большей психологической гибкостью и особенностями адаптивного мышления у студентов естественно-научных специальностей. Предложенный алгоритм анализа обучаемости саморегуляции может быть перспективным инструментом для оценки ресурсов обучающихся и оптимизации образовательной нагрузки.

Ключевые слова: способность человека осваивать новые навыки, индекс обучаемости саморегуляции, тренинг саморегуляции, контроль когнитивных функций, особенности адаптивного мышления

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания Федерального исследовательского центра фундаментальной и трансляционной медицины.

ССЫЛКА НА СТАТЬЮ: Обучаемость саморегуляции студентов инженерных и естественно-научных специальностей / О.А. Джафарова, О.М. Базанова, Е.Д. Николенко и др. // Педагогика и психология образования. 2025. № 4. С. 180–196. DOI: 10.31862/2500-297X-2025-4-180-196

DOI: 10.31862/2500-297X-2025-4-180-196

**O.A. Jafarova¹, O.M. Bazanova^{1, 2, 3},
E.D. Nikolenko¹, K.A. Dzhafarov⁴, T.A. Nikolayeva⁵**

¹ Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, 630060, Russian Federation

² Novosibirsk State University, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

³ Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Moscow, 117303, Russian Federation

⁴ Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

⁵ Limnological Institute Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, 664033, Russian Federation

Self-regulation learning ability of engineering and natural science students

The article studies self-regulation learning ability – the capacity to rapidly and easily acquire new skills. The study's objective is to examine this ability in students of natural sciences and engineering, employing a self-regulation learning index derived from EEG and EMG data gathered during biofeedback-based self-regulation training. The self-regulation learning index was calculated in each session based on the total percentage of successful training periods to the total duration of the session. The self-regulation learnability index was calculated in each session based on the total percentage of successful training periods to the total duration of the session. Successful periods were called periods when the control of cognitive functions, assessed by an increase in the amplitude of alpha EEG waves, was accompanied by a decrease in tension of the forehead muscles as an indicator of emotional tension. It is shown that academic performance in the non-core discipline "Introduction to Cognitive Sciences" was higher among students of natural sciences than engineering specialties. The dynamics of self-regulation learning ability in the study groups was different. In students

of natural science specialties, it increased when solving problems of increased complexity. Changes in the indicators of the effectiveness of self-regulation training in this group demonstrated similar dynamics, accompanied by sharper fluctuations due to their individual variability. In the group of engineers, the learning ability index, after decreasing on intermediate-level tasks, subsequently increased slightly, but did not reach the initial level, and the effectiveness of learning gradually decreased with increasing difficulty of the task being performed. This result is probably related to the greater psychological flexibility and adaptive thinking characteristics of students who are focused on research activities. The proposed algorithm for analyzing the learning ability of self-regulation can be a promising tool for assessing students' resources and optimizing the educational load.

Key words: human ability to acquire new skills, self-regulation learning index, self-regulation training, control of cognitive functions, features of adaptive thinking

Acknowledgments. This work was carried out within the framework of the State Assignment of the Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine.

CITATION: Jafarova O.A., Bazanova O.M., Nikolenko E.D. et al. Self-regulation learning ability of engineering and natural science students. *Pedagogy and Psychology of Education*. 2025. No. 4. Pp. 180–196. (In Rus.). DOI: 10.31862/2500-297X-2025-4-180-196

В отечественной психологии и педагогике проблема обучаемости изучалась в рамках деятельностного и системного подходов Л.С. Выготским, Б.Г. Ананьевым, С.Л. Рубинштейном, Д.Б. Элькониним, В.В. Давыдовым, Н.А. Менчинской, З.И. Калмыковой и др. В широком смысле под обучаемостью понимается общая способность к обучению, или способность к приобретению новых знаний, например, в статье Е.В. Карповой обсуждаются различные подходы к этому понятию [3]. Н.А. Менчинская под обучаемостью понимала способность человека к целенаправленному освоению знаний, способность легко и быстро усваивать новый материал [7]. Стоит отметить, что среди общих способностей можно выделить и способность к саморегуляции, которая, по мнению О.А. Конопкиной, проявляется в легкости освоения новых видов деятельности, способности к самостоятельному решению нестандартных задач и гибкой адаптации способов действий к изменяющимся условиям [4]. При этом надежным показателем саморегуляции служит сам способ освоения

деятельности, который оценивается по уровню самостоятельности, находчивости и настойчивости на всех этапах обучения. Это обеспечивает быстрое и правильное формирование регуляторных процессов, необходимых для освоения новых, усложняющихся видов произвольной активности – предметной деятельности, спортивной активности, обучения [4].

Таким образом, понятия «обучаемость» и «саморегуляция» связаны, причем эта связь носит двусторонний характер. Высокая обучаемость способствует развитию саморегуляции, а развитая саморегуляция, в свою очередь, положительно влияет на рост обучаемости. Таким образом, саморегуляция является не только результатом, но и важным фактором развития общей способности к обучению, а одним из эффективных средств развития обучаемости может выступать специально организованное формирование навыков саморегуляции [5].

Показано, что чем выше уровень осознанной саморегуляции, тем выше результаты любой деятельности – учебной, спортивной, профессиональной [6]. Это верно для обучения в любом возрасте, в том числе и для достижения успехов в обучении в университете. Однако до сих пор нет данных о том, каким образом можно измерить обучаемость с помощью объективных психофизиологических показателей, и связана ли вычисленная таким образом обучаемость саморегуляции с академической успеваемостью и специализацией обучения. Вопрос обучаемости саморегуляции, скорости освоения этого навыка, остается до сих пор малоизученным.

Способность легко и быстро осваивать навыки управления собственным эмоциональным состоянием, поведением, действиями, физиологическими функциями лежит в основе обучаемости саморегуляции. В настоящей работе в качестве инструмента измерения уровня обучаемости саморегуляции предпринята попытка использовать технологию нейробиоуправления (НБУ), которая предполагает обучение с помощью обратной связи от собственных психофизиологических показателей когнитивной эффективности и психоэмоционального напряжения [12]. В частности, ключевым показателем когнитивной эффективности является амплитуда высокочастотного диапазона альфа-волн электроэнцефалограммы (ЭЭГ) [11; 12], а в качестве маркера психоэмоционального напряжения используют электромиограмму (ЭМГ) мышц лба [15]. В предварительных исследованиях показано, что тренинг НБУ, направленный на увеличение амплитуды высокочастотных альфа-волн с одновременным снижением ЭМГ, приводит к улучшению способности контроля когнитивных и моторных функций, снижению эмоциональной реактивности и повышению оценок студентов-музыкантов [9]. При этом

эффективность НБУ, как любого другого вида обучения или тренинга, оценивалась по изменению уровня тренируемых психофизиологических параметров, тревожности и академических оценок [16].

Вопрос настоящего исследования: возможно ли использовать этот же инструмент НБУ для оценки обучаемости саморегуляции у студентов других специальностей, и будет ли показатель обучаемости связан с академической успеваемостью и спецификой обучения в вузе. Для этого в исследование были приглашены магистранты и аспиранты, имеющие опыт изучения естественно-научных и инженерных специальностей, близких по профилю, но отличающихся по целям изучения и требованиям, предъявляемым к специалистам.

Целью обучения студентов естественно-научных специальностей является получение новых знаний о мире, основополагающих принципов и законов природы. Цель обучения студентов инженерных специальностей заключается в получении знаний и подходов к проектированию и внедрению разработанных в науке решений. Таким образом, несмотря на то что обе области знаний взаимосвязаны и дополняют друг друга, их природа, подходы и цели значительно отличаются. *Цель исследования* – изучение обучаемости саморегуляции студентов естественно-научных и инженерных специальностей. Исходя из цели, были поставлены следующие задачи:

- 1) апробировать индекс обучаемости саморегуляции на студентах тех специальностей, у которых моторный контроль не является профессионально важным качеством (см. [9]);
- 2) сравнить обучаемость саморегуляции обозначенных групп с использованием разработанного индекса;
- 3) проверить, влияет ли специальность, по которой обучаются студенты, на достижение успеха в обучении непрофильным дисциплинам.

Материалы и методы

К исследованию были приглашены 52 практически здоровых добровольца мужского пола – магистранты и аспиранты Московского физико-технического института и Новосибирского государственного университета (средний возраст: $26,3 \pm 6,5$ лет), разделенных на две группы, не отличающихся по возрасту: 1 группа ($N_1 = 26$) – магистранты и аспиранты, закончившие бакалавриат по естественно-научным специальностям (физика, математика, химия, биология и пр.), 2 группа ($N_2 = 26$) магистранты и аспиранты, имеющие опыт бакалавриата по инженерным специальностям (техника, электроника и пр.). На проведение исследования было получено разрешение этического комитета Федерального

исследовательского центра фундаментальной и трансляционной медицины (№ 7 от 15.02.2024), каждый испытуемый подписывал информированное согласие и заполнял специально разработанную анкету.

До начала тренинга саморегуляции все участники проходили один и тот же общеобразовательный 30-часовой гуманитарный курс «Введение в когнитивные науки» и в результате получили оценки по 10-балльной шкале. Для оценки влияния тренинга саморегуляции на эмоциональную реактивность до и после тренинга оценивался уровень позитивного и негативного аффекта по шкале PANAS [17]. Данная шкала предназначена для диагностики широкого спектра позитивных и негативных эмоциональных состояний.

Тренинг осознанной саморегуляции, направленный на одновременное увеличение когнитивной эффективности (по увеличению магнитуды альфа-волн ЭЭГ (МА-ЭЭГ)) и снижение психоэмоционального напряжения (по снижению интегральной ЭМГ (ИЭМГ) мышц лба), проводился с помощью аппаратно-программного комплекса «БОСЛАБ» (ООО «КОМСИБ», Новосибирск, Россия). Сигнал обратной связи в виде аудио-подкрепления предоставлялся в то время, когда усредненные за 250 мс значения МА-ЭЭГ превышали порог, а соответствующие значения ИЭМГ снижались ниже порога. Пороги устанавливались индивидуально в зависимости от фоновых значений сигналов. Тренинг состоял из шести двухминутных сессий различной трудности и пяти одноминутных периодов отдыха. Первые две сессии проводились при легком достижении порога (70% от среднего значения МА-ЭЭГ и 130% от среднего значения ИЭМГ от соответствующих средних, вычисленных по фоновой регистрации, задача 1), третья и четвертая сессия предусматривали задачу преодоления порога (задача 2), равного среднему уровню тренируемых показателей МА-ЭЭГ и ИЭМГ. В 5-й и 6-й сессиях задача усложнялась – необходимо было преодолеть пороги, равные 130% от среднего значения МА-ЭЭГ и 70% от ИЭМГ (задача 3). Для достижения успеха в тренинге испытуемым были предложены следующие стратегии:

- 1) перенос веса тела на переднюю часть стопы;
- 2) удлиненный выдох;
- 3) расслабление мышц лба и челюстей;
- 4) воображение чего-то приятного.

В перерывах между сессиями тренинга инструктор фиксировал самоощущения испытуемого и стратегию достижения успеха в данной сессии тренинга. Персонализация нейробиоуправления обеспечивалась определением индивидуальных частотных границ высокочастотного альфа-диапазона ЭЭГ [10].

Индекс обучаемости саморегуляции (ИОС) в каждой отдельной сессии определялся следующим образом: зарегистрированные величины амплитуды МА-ЭЭГ и ИЭМГ усреднялись каждую секунду. В случае, если амплитуда ИЭМГ превышала 50 мкВ, а МА-ЭЭГ была равна 0, эти данные исключались из анализа.

Периоды длительностью больше 2 с, когда одновременно МА-ЭЭГ повышалась, а ИЭМГ понижалась по сравнению с предыдущим периодом, считались успешными. Они определялись с помощью алгоритма, реализованного на языке программирования Python. Более подробно: по усредненным за 1 секунду данным МА-ЭЭГ и ИЭМГ рассчитывались последовательные приросты (Δ), период определяли как «успешный», если все последовательные приросты были положительными для МА-ЭЭГ и отрицательными для ИЭМГ для входящих в него временных интервалов.

ИОС рассчитывался как натуральный логарифм процента «успешных» участков к общей длительности данной сессии в каждой отдельной сессии по следующей формуле:

$$\text{ИОС} = \ln \left(\frac{\sum \text{успешные периоды (s)}}{\text{Общее время (s)}} \cdot 100 \right).$$

ИОС усреднялся в каждой паре сессий – 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6, т.е. по каждой задаче.

Эффективность каждой сессии определялась по процентному изменению среднего уровня МА-ЭЭГ и ИЭМГ в последнем временном квартале (91–120 с) сессии к среднему уровню МА-ЭЭГ и ИЭМГ в начале (в первом квартале – от 0 до 30 с) сессии ($\Delta\%$). Стоит отметить, что эффективность «успешных» сессий по ИЭМГ имеет отрицательные значения. Эффективность по МА-ЭЭГ и ИЭМГ усреднялась также по каждой задаче аналогично ИОС.

Эффективность тренинга НБУ определялась по процентному изменению позитивного и негативного аффекта относительно исходного состояния.

Статистический анализ. Зависимость ИОС и эффективности сессии от трудности поставленной задачи тренинга нейробиоуправления и академической специальности исследовалась с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) по внутрииндивидуальному фактору ЗАДАЧА (3 уровня) и межгрупповому фактору ГРУППА (2 уровня), также для попарных сравнений $\Delta\%$ МА-ЭЭГ и $\Delta\%$ ИЭМГ был использован тест Стьюдента. Для анализа влияния тренинга НБУ на изменение позитивного и негативного аффекта был использован дисперсионный анализ

по фактору ДО-ПОСЛЕ (2 уровня). С помощью корреляционного анализа исследовали взаимосвязь между уровнем академической успеваемости, ИОС и эффективностью тренинга НБУ.

Результаты исследования

В исходном состоянии группы 1 и 2 не отличались по уровню шкал позитивного и негативного аффекта. Однако уровень оценок по общеобразовательной дисциплине «Введение в когнитивные науки» в группе 1 был выше согласно критерию Манна–Уитни, чем в группе 2 ($p = 0,002$).

Дисперсионный анализ обучаемости саморегуляции установил увеличение этого показателя от первой к третьей задаче ($F(2,50) = 4,23$; $p = 0,02$), как показано на рис. 1. Значимое взаимодействие факторов «Группа» × «Задача» ($F(4,48) = 4,96$; $p = 0,002$) свидетельствует о том, что ИОС в задачах тренинга легкой и средней трудности был одинаковым в сравниваемых группах, а при задаче тренинга повышенной трудности обучаемость саморегуляции достоверно больше выросла в группе 1, чем в группе 2, что также подтверждается сравнением ИОС в исследуемых группах по критерию Стьюдента (табл. 1). Рост обучаемости саморегуляции является электрофизиологическим подтверждением педагогических наблюдений [14]. ИОС в первых сессиях тренинга положительно коррелировал с академической успеваемостью в общей выборке испытуемых ($r = 0,433$; $p = 0,001$).

Таблица 1

Результаты сравнения индекса обучаемости саморегуляции в группах 1 и 2

ИОС, ln%	Группа 1 ($N_1 = 26$)		Группа 2 ($N_2 = 26$)		Межгрупповые сравнения	
	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
1 задача	3,82	0,04	3,80	0,08	2,558	0,072
2 задача	3,81	0,02	3,75	0,01	2,511	0,081
3 задача	3,90	0,01	3,78	0,01	3,995	0,032

Анализ эффективности выполнения задач тренинга осознанной саморегуляции, в свою очередь, выявил, что изменения ИЭМГ и МА-ЭЭГ в зависимости от трудности задачи тренинга в группах 1 ($N_1 = 23$) и 2 ($N_2 = 22$) носили разный характер (рис. 2). Дисперсионный

анализ по факторам «Группа» и «Задача» и зависимым переменным $\Delta\%$ МА-ЭЭГ и $\Delta\%$ ИЭМГ продемонстрировал высокую достоверность этих различий ($F(4,40) = 5,75; p = 0,001$). Если при выполнении задачи 1 – задачи легкого уровня – эффективность сессий была примерно одинакова для обеих групп, то на задаче средней сложности, при снижении эффективности в группах по обоим параметрам, процент прироста МА-ЭЭГ – показателя когнитивной эффективности – среднее значение по группе 1 уменьшилось значительно сильнее, чем в группе 2. Следует отметить, что в силу высокой вариативности МА-ЭЭГ это различие не достигло уровня достоверности (табл. 2).

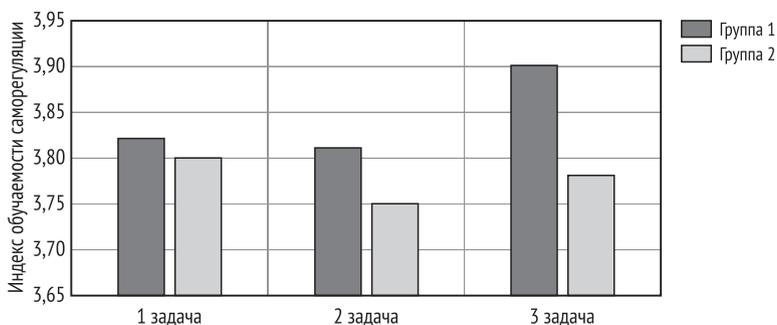


Рис. 1. Уровень индекса обучаемости саморегуляции при задачах тренинга нейробиоуправления различной сложности

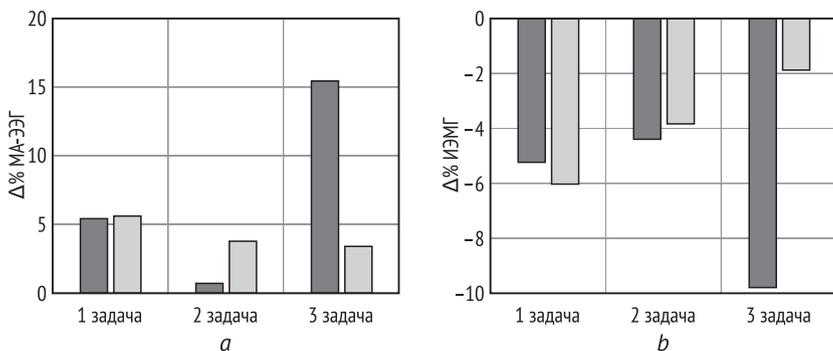


Рис. 2. Изменения магнитуды МА-ЭЭГ (а) и ИЭМГ (б) в результате сессий различной сложности задач тренинга
Обозначения такие же, как на рис. 1

Таблица 2

**Зависимость эффективности сессий по МА-ЭЭГ и ИЭМГ
от трудности задачи тренинга в группах сравнения**

		Группа 1 ($N_1 = 23$)		Группа 2 ($N_2 = 22$)		Тест Стьюдента (межгрупповые сравнения) <i>p</i>
		<i>M</i>	<i>m</i>	<i>M</i>	<i>m</i>	
Δ% ИЭМГ	1 задача	-5,20	2,20	-6,00	2,25	0,914
	2 задача	-4,37	1,81	-3,84	1,85	0,822
	3 задача	-9,78	1,45	-1,86	1,49	0,0002
	<i>Тест Стьюдента (парные сравнения по задачам), p</i>					
	<i>p</i> (1 и 2)	0,591		0,296		
	<i>p</i> (1 и 3)	0,026		0,055		
	<i>p</i> (2 и 3)	0,0004		0,363		
Δ% МА-ЭЭГ	1 задача	5,54	1,98	5,63	2,02	0,977
	2 задача	0,78	2,70	3,84	2,76	0,431
	3 задача	15,49	2,89	3,42	2,95	0,0055
	<i>Тест Стьюдента (парные сравнения по задачам), p</i>					
	<i>p</i> (1 и 2)	0,131		0,600		
	<i>p</i> (1 и 3)	0,009		0,384		
	<i>p</i> (2 и 3)	0,0035		0,884		

При выполнении задачи 3 в группе 1 эффективность достоверно выросла (относительно уровня задач 1 и 2), а в группе 2 она еще больше снизилась по МА-ЭЭГ или незначительно увеличилась по ИЭМГ. Но ни *F*-критерий Фишера, ни *t*-критерий Стьюдента в группе 2 не показал достоверных изменений МА-ЭЭГ и ИЭМГ. Различия между группами по эффективности выполнения задачи 3 были высоко значимы как по амплитуде альфа-волн ЭЭГ, связанной с когнитивной эффективностью ($F(1,43) = 8,55; p = 0,0055$), так и по уровню психоэмоционального напряжения – приросту ИЭМГ ($F(1,43) = 14,48; p = 0,0004$).

В результате ANOVA изменений показателей позитивного и негативного аффекта после проведенного тренинга по факторам «До-После» и «Группа» увеличение позитивного аффекта (ощущений счастья, радости, прилива энергии) отмечалось только в группе 1 ($F(1,22) = 5,24$; $p = 0,032$). Несмотря на статистически недостоверное снижение негативного аффекта, все же уменьшение неприятных эмоций и чувств отмечалось у 66% испытуемых (рис. 3), и величина этого снижения коррелировала с индексом обучаемости саморегуляции в трудной задаче тренинга НБУ.

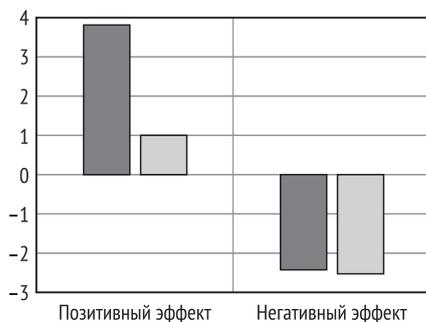


Рис. 3. Изменение позитивного и негативного эффекта после тренинга НБУ в группах студентов, отличающихся по специфике обучения
Обозначения такие же, как на рис. 1

Обсуждение

Анализ эффективности выполнения задач тренинга осознанной саморегуляции позволяет предположить, что в середине сеанса наступает осознание неумения решать поставленную перед тренирующимся задачу, что приводит к использованию различных вариантов преодоления этого состояния, осознанному выбору наиболее успешных стратегий тренинга. Длительность этого перехода от неосознанного незнания к осознанному знанию может отличаться продолжительностью стадии осознанного незнания. Вероятно, здесь уместно использовать теорию четырех стадий обучения по Ноэлю Берчу [2; 13].

Динамика ИОС, являющегося временной характеристикой (он отвечает за процент времени, когда задача, поставленная перед обучающимся, выполняется правильно), в целом похожая на динамику показателей

эффективности, не имеет столь высокой индивидуальной вариативности. В группе 2 длительность занятий, количество сессий тренинга, вероятно, было недостаточным для достижения более высоких показателей индекса. Следовательно, ИОС соответствует цели персонализированной настройки длительности обучения, может служить надежным инструментом прогноза обучаемости саморегуляции как способности легко и быстро осваивать новые навыки. В целом, полученные результаты еще раз подтверждают известный факт, что обучаемость растет в зависимости от количества и длительности занятий [14].

Можно сказать, что инженеры менее уверены в своих силах, когда сталкиваются с задачами высокой сложности. В этом случае они могут сомневаться в своей способности находить решения, что приводит к ухудшению результатов саморегуляции. Их подход фокусируется на структурированных и предсказуемых задачах, и с увеличением сложности они сталкиваются с вызовами, которые, как им кажется, могут превышать их текущие навыки. С другой стороны, естественно-научные специалисты, возможно, сталкиваются с более сложными и непредсказуемыми задачами на уровне средней сложности, что может вызывать чувство неопределенности и снижение самооэффективности. Однако, когда задачи становятся более сложными, они могут интуитивно использовать опыт нестандартного решения научных задач и креативные подходы, что позволяет им достичь высоких результатов. Этот скачок в эффективности может объясняться высокой мотивацией к решению комплексных проблем.

Таким образом, различия в поведении инженеров и естественно-научных специалистов в тренингах по саморегуляции можно объяснить их разной подготовкой, подходом к решению задач и опытом [1]. Инженеры могут привлекать более системный подход, тогда как естественно-научные специалисты могут использовать более интуитивные и креативные методы, что помогает им лучше справляться с неожиданными ситуациями на более высоком уровне сложности.

Если связать полученные результаты с теорией Н. Берча [2; 13], то можно предположить, что студенты естественно-научных специальностей быстрее ориентируются при отсутствии необходимых знаний для решения задачи саморегуляции, и за счет большей психологической гибкости им требуется меньше времени для осознания ошибок и нахождения новых способов достижения результата, тогда как студенты инженерных специальностей ориентированы на последовательное, «проектное» решение задач, и им необходимо больше времени для освоения нового навыка.

Заключение

В настоящем исследовании предложен несложный математический инструментарий объективной оценки обучаемости саморегуляции как способности быстро и легко осваивать новые навыки – индекс обучаемости саморегуляции. С использованием этого индекса и анализом эффективности решения задач саморегуляции было показано, что обучаемость саморегуляции и эффективность тренинга саморегуляции у студентов высшей школы не связаны с исходным эмоциональным статусом, но при решении наиболее трудных задач зависят от специфики академического обучения.

Индекс обучаемости саморегуляции может служить инструментом для персонализации протоколов не только биоуправления, но и обучающих программ в целом с учетом индивидуализации времени, необходимого для обучения.

Библиографический список / References

1. Бучацкая М.В., Капранова М.В. Особенности структуры психологического благополучия учащихся и студентов различных направлений профессиональной подготовки // Психологическая наука и образование. 2015. Т. 20. № 2. С. 63–69. DOI: 10.17759/pse.2015200207 [Buchatskaya M.V., Kapranova M.V. Features of the structure of psychological well-being of students and students of various fields of professional training. *Psychological Science and Education*. 2015. Vol. 20. No. 2. Pp. 63–69. (In Rus.). DOI: 10.17759/pse.2015200207]
2. Джафарова О.А., Изарова И.О., Иванова Н.Ю. Модель обучения и биоуправление (статистический анализ) // Биоуправление-3: Теория и практика. 1998. Т. 3. С. 242–251. [Jafarova O.A., Izarova I.O., Ivanova N.Yu. The learning model and bio-management (statistical analysis). *Bioupravlenie-3: Teoriya i praktika*. 1998. Vol. 3. Pp. 242–251. (In Rus.)]
3. Карпова Е.В. Саморегуляция как фактор развития обучаемости // Ярославский психологический вестник. 2020. Т. 48. № 3. С. 70–73. [Karpova E.V. Self-regulation as a factor in the development of learning ability. *Yaroslavl Psychological Vestnik*. 2020. Vol. 48. No. 3. Pp. 70–73. (In Rus.)]
4. Конопкин О.А. Общая способность к саморегуляции как фактор субъектного развития // Вопросы психологии. 2004. № 2. С. 127–135. [Konopkin O.A. General ability to self-regulate as a factor in subjective development. *Voprosy psihologii*. 2004. No. 2. Pp. 127–135. (In Rus.)]
5. Котляр И.А., Сафронова М.А. Три понятия о реальности детского развития: обучаемость, зона ближайшего развития и скаффолдинг // Культурно-историческая психология. 2011. Т. 7. № 2. С. 74–83. [Kotlyar I.A., Safronova M.A. Three concepts about the reality of child development:

- Learning ability, zone of proximal development and scaffolding. *Cultural-Historical Psychology*. 2011. Vol. 7. No. 2. Pp. 74–83. (In Rus.)]
6. Моросанова В.И., Фомина Т.Г. Осознанная саморегуляция в системе психологических предикторов достижения учебных целей // Вопросы психологии. 2016. № 2. С. 124–135. [Morosanova V.I., Fomina T.G. Conscious self-regulation in the system of psychological predictors of achieving educational goals. *Voprosy psikhologii*. 2016. No. 2. Pp. 124–135. (In Rus.)]
 7. Якиманская И.С. Проблемы обучения и развития в трудах Н.А. Менчинской. К 90-летию Н.А. Менчинской // Вопросы психологии. 1995. № 3. С. 79–83. [Yakimanskaya I.S. Problems of education and development in the works of N.A. Menchinskaya. On the 90th anniversary of N.A. Menchinskaya. *Voprosy psikhologii*. 1995. No. 3. Pp. 79–83. (In Rus.)]
 8. Arguedas M., Daradoumis T., Caballé S. Measuring the effects of pedagogical agent cognitive and affective feedback on students' academic performance. *Frontiers in Artificial Intelligence*. 2024. Vol. 7. 1495342. DOI: 10.3389/frai.2024.1495342
 9. Bazanova O.M., Konson G.R., Kondratenko A.D. et al. The biofeedback for musicians focused on ensuring students to award their peak performance. *International Journal of Psychophysiology*. 2023. Vol. 188. Pp. 61–62. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2023.05.158
 10. Bazanova O.M., Nikolenko E.D., Barry R.J. Reactivity of alpha rhythms to eyes opening (the Berger effect) during menstrual cycle phases. *International Journal of Psychophysiology*. 2017. Vol. 122. Pp. 56–64. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2017.05.001
 11. Bazanova O.M., Vernon D. Interpreting EEG alpha activity. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2014. Vol. 44. Pp. 94–110. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2013.05.007
 12. Birbaumer N., Hochberg L.R. A useful communication in brain-computer interfaces. *Neurology*. 2018. Vol. 91. No. 3. Pp. 109–110. DOI: 10.1212/WNL.0000000000005804
 13. Brizga D. Competence development model for occupational safety specialists. *Engineering for Rural Development*. 2016. Vol. 1. Pp. 774–780.
 14. Dignath C., Buettner G., Langfeldt H.-P. How can primary school students learn self-regulated learning strategies most effectively? *Educational Research Review*. 2008. Vol. 3. No. 2. Pp. 101–129. DOI: 10.1016/j.edurev.2008.02.003
 15. Frazão Y.S., Manzi S.B., Krakauer L., Berretin-Felix G. Effectiveness of orofacial myofunctional intervention to mitigate facial aging signs: A clinical trial. *CoDAS*. 2024. Vol. 36. No. 5. e20230016. DOI: 10.1590/2317-1782/20242023016pt
 16. Reiner M., Gruzelier J., Bamidis P.D., Auer T. The science of neurofeedback: Learnability and effects. *Neuroscience*. 2018. Vol. 378. Pp. 1–10. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2018.04.024
 17. Weik E., Virji-Babul N., Ribary U., Tipper C. A matter of perspective: Distinct brain mechanisms for evaluating positive and negative social feedback about oneself and another person. *Soc Neurosci*. 2022. Vol. 17. No. 3. Pp. 193–208. DOI: 10.1080/17470919.2022.2058081

Статья поступила в редакцию 26.06.2025, принята к публикации 09.08.2025

The article was received 26.06.2025, accepted for publication 09.08.2025

Сведения об авторах / About the authors

Джафарова Ольга Андреевна – кандидат физико-математических наук; руководитель лаборатории компьютерных систем биоуправления, Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины, г. Новосибирск

Olga A. Jafarova – PhD in Physics and Mathematics; Head of the Biofeedback Computer Systems Laboratory, Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk

E-mail: jafarova@niimbb.ru

Базанова Ольга Михайловна – доктор биологических наук; главный научный сотрудник лаборатории компьютерных систем биоуправления, Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины, г. Новосибирск; доцент кафедры теоретической кибернетики механико-математического факультета, Новосибирский государственный университет; профессор учебно-научного центра гуманитарных и социальных наук, Московский физико-технический институт

Olga M. Bazanova – Dr. Biological Hab.; chief researcher at the Biofeedback Computer Systems Laboratory, Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk; associate professor at the Department of Theoretical Cybernetics of the Faculty of Mechanics and Mathematics, Novosibirsk State University; Professor at the Educational and Scientific Center for Humanities and Social Sciences, Moscow Institute of Physics and Technology

E-mail: bazanova_olgamih@mail.ru

Николенко Екатерина Дмитриевна – младший научный сотрудник лаборатории компьютерных систем биоуправления, Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины, г. Новосибирск

Ekaterina D. Nikolenko – junior researcher at the Biofeedback Computer Systems Laboratory, Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine, Russian Federation, Novosibirsk

E-mail: edn21@mail.ru

Джафаров Камил Азизович – кандидат физико-математических наук; доцент кафедры высшей математики факультета прикладной математики и информатики, Новосибирский государственный технический университет

Kamil A. Dzhabarov – PhD in Physics and Mathematics; associate professor at the Department of Higher Mathematics of the Faculty of Applied Mathematics and Computer Science, Novosibirsk State Technical University

E-mail: kamildzhabarov@gmail.com

Николаева Татьяна Андреевна – инженер, Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск

Tatiana A. Nikolaeva – engineer, Limnological Institute Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk

E-mail: tanya20002011@gmail.com

Заявленный вклад авторов

О.А. Джафарова – разработка концепции исследования, отбор научной литературы по теме исследования, анализ результатов исследования

О.М. Базанова – разработка концепции исследования, отбор научной литературы по теме исследования, анализ результатов исследования

Е.Д. Николенко – отбор научной литературы по теме исследования, проведение исследования, анализ результатов исследования

К.А. Джафаров – анализ результатов исследования, статистическая обработка данных

Т.А. Николаева – первичная обработка данных, реализация алгоритма анализа обучаемости на языке Python

Contribution of the authors

O.A. Dzhafarova – research concept development, selection of relevant scientific literature, analysis of research results

O.M. Bazanova – research concept development, selection of relevant scientific literature, analysis of research results

E.D. Nikolenko – selection of relevant scientific literature, research implementation, analysis of research results

K.A. Dzhafarov – analysis of research results, statistical data processing

T.A. Nikolaeva – primary data processing, implementation of the learning analysis algorithm in Python

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

All authors have read and approved the final manuscript