

УДК 37.013

DOI: 10.34670/AR.2022.43.30.093

Эмоциональный интеллект в контексте математической модели обучения

Солодова Евгения Александровна

Доктор педагогических наук, профессор,
Военная академия ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого,
143900, Российская Федерация, Балашиха, ул. Карбышева, 8;
e-mail: esolodova@rambler.ru

Бойматова Лола Маруфджоновна

Адъюнкт,
Военная академия ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого,
143900, Российская Федерация, Балашиха, ул. Карбышева, 8;
e-mail: L.Boymatova@yandex.ru

Аннотация

Современная научная постнеклассическая парадигма базируется на ряде ключевых понятий, одними из ведущих понятий в этом ряду являются понятия «нелинейность» и «целостность». Педагогика, как и все прочие науки, развивается в контексте постнеклассики. Статья написана в контексте постнеклассической науки и посвящена способу обучения, основанному на системной триаде, включающей рациональную, эмоциональную и интуитивную составляющие. Подробно анализируется эмоциональная составляющая обучения. Дается интерпретация эмоционального интеллекта в контексте развития одной из его составляющих, а именно: мотивации. Обсуждается математическая модель обучения, основанная на использовании дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом, описывающих системы с памятью. Подводя итоги представленного анализа математической модели обучения, можно заключить, что решающую роль в этом процессе играет мотивация, которая представляет собой один из ключевых структурных элементов эмоционального интеллекта. Следовательно, успех обучения зависит от степени развитости эмоционального интеллекта обучающегося и педагога.

Для цитирования в научных исследованиях

Солодова Е.А., Бойматова Л.М. Эмоциональный интеллект в контексте математической модели обучения // Педагогический журнал. 2022. Т. 12. № 2А. С. 737-746. DOI: 10.34670/AR.2022.43.30.093

Ключевые слова

Нелинейность, постнеклассика, триадность, эмоциональный интеллект, мотивация.

Введение

«Учиться надо только весело.
Чтобы переваривать знания,
надо поглощать их с аппетитом»
А. Франс

Современная научная постнеклассическая парадигма базируется на ряде ключевых понятий, одними из ведущих понятий в этом ряду являются понятия «нелинейность» и «целостность» [Солодова, 2016, 44]. Педагогика, как и все прочие науки, развивается в контексте постнеклассики, поэтому ей также присущи идеи нелинейности и целостности. Обе эти идеи адекватно отражены в понятии «целостная триада» [Баранцев, 2003].

Основная часть

Идея нелинейной целостности, переложенная на педагогику, означает овладение знанием с помощью системной триады (рис. 1) [там же]. В представленной триаде аналитическое, рациональное начало отражено в «рацио», мотивационное начало – в «эмоцио», иррациональное – в интуицию.



Рисунок 1 - Системная триада обучения

Итак, каждый акт познания триедин. Однако, в традиционной педагогике до сих пор усиленно эксплуатируется лишь рациональный аспект познания, при этом эмоциональный и интуитивный не включаются в процесс обучения. Однако, «в каждом акте познания присутствует страстный вклад познающей личности, и эта добавка – не свидетельство несовершенства, но насущно необходимый элемент знания» [Баранцев, 2003] – это об эмоциях.

Итак, современная педагогика должна учитывать все три компоненты мышления – рациональную, эмоциональную и интуитивную.

Разберемся более подробно. Рациональная составляющая обучения традиционна в европейской, и, в частности, в российской педагогической школе. Она основана на развитии логики обучающихся, на развитии способности анализировать причинно-следственные связи в наблюдаемых процессах и явлениях. Эта составляющая обучения всегда была ведущей в отечественной школе.

Вторая составляющая процесса обучения - эмоциональная. Сегодня очень большое число научных публикаций посвящено развитию эмоционального интеллекта [Гоулман, 2018; Карузо, 2020; Шабанов, 2020; Хэссон, 2019]. Одной из составляющих структуры эмоционального интеллекта является мотивация [Гоулман, 2018, 92] рис. 1.

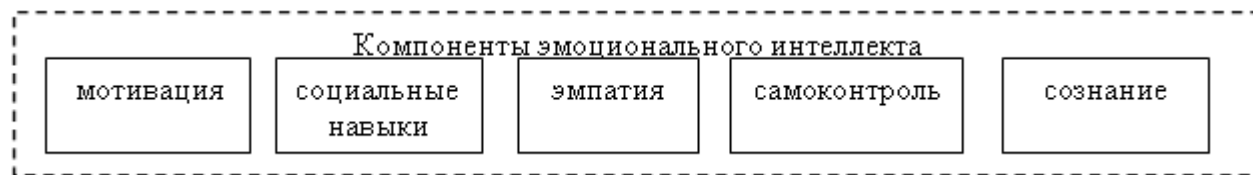


Рисунок 2 - Структура эмоционального интеллекта

Действительно, чем выше уровень мотивации обучающегося к конкретной дисциплине, тем выше его показатели обученности по этой дисциплине. Психологическая цепочка, связывающая эти понятия следующая: чем выше интенсивность положительной эмоции, тем выше уровень мотивации, тем выше уровень внимания, тем выше уровень восприятия информации, а, следовательно, тем выше уровень обученности. Дадим определения приведенным понятиям. «Эмоция – психическое отражение в форме непосредственного пристрастного переживания жизненного смысла явлений и ситуаций, обусловленного отношением их объективных свойств к потребностям субъекта» [Рогов, 2001, 238]. В контексте обучения более актуальной является информационная теория эмоций, согласно которой «эмоции определяются какой-либо актуальной потребностью и возможностью ее удовлетворения, характеризуемой вероятностью достижения цели» [там же]. «Мотивация – осознание значимости (важности) выполняемой деятельности, интерес к ее содержанию и результату, готовность к преодолению возникающих трудностей [Кошелева, 2005, 62]; внимание – это направленность и сосредоточенность сознания на объекте, обеспечивающее его наиболее полное и активное восприятие, что способствует его осмыслению и целенаправленной деятельности [там же, 46]; восприятие информации – характеризуется скоростью, точностью и полнотой и определяется возможностями внимания человека и внешними условиями» [там же, 35].

Третья составляющая целостной триады – интуиция. Определимся с понятием: интуиция – приобретение знания сразу, без анализа, без установления, в отличие от рационального способа мышления, причинно-следственных связей, породивших это знание.

Обратим внимание на то, что все описанные триадные составляющие обучения являются субъективными, уровень их развития и соотношение между ними сугубо индивидуальны.

Итак, после обсуждения всех трех составляющих целостной триады обучения можно приступить к процедуре их формализации.

Теория и практика сложных систем показывает, что наиболее исчерпывающую информацию о процессе можно получить из анализа модели, адекватной этому процессу. В [Солодова, 2016, 181-189], показано, что любая интеллектуальная система наиболее адекватно описывается математической моделью с памятью, поскольку интеллект имманентно предполагает наличие памяти. Модели с памятью описываются дифференциальными уравнениями с отклоняющимся аргументом. Наиболее простой вид подобной модели описан в [там же, 188]:

$$\frac{dx(t)}{dt} + K(t)x(t - \tau(t)) = b(t) \quad (1)$$

Здесь $x(t)$ - разность между количеством информации, переданным преподавателем, и информацией, усвоенной обучающимся;

$b(t)$ - количественная мера потока входной информации (бит/с), получаемой обучающимся от преподавателя;

$K(t)$ - коэффициент восприятия учебной информации обучающимся (1/с);

$\tau(t)$ - время запаздывания в восприятии входной обучающей информации (с).

Для решения уравнения (1), которое относится к классу так называемых уравнений с запаздывающим аргументом, потребуется задание начальной функции $\varphi(t)$ на интервале времени $[\tau(t)-t_0, t_0]$. Эта функция представляет собой тот объем знаний, которым владеет обучающийся к моменту начала обучения, описываемого уравнением (1). Решение в случае постоянного запаздывания может быть найдено с помощью метода шагов, описанного в [Солодова, 2016, 168-169]. Подчеркнем то обстоятельство, что интегрирование в соответствии с методом шагов осуществляется поэтапно на интервалах времени, кратных τ . Таким образом, сам процесс интегрирования оказывается индивидуализированным, в котором верхний предел интегрирования определяется индивидуальным временем осмысления информации конкретным обучающимся.

Обратим внимание на важное обстоятельство: в дидактической модели обучения, выраженной уравнением (1), присутствуют параметры, отражающие все три компоненты обучения: $b(t)$ рациональная компонента, характеризующая поток входной информации, имеющий размерность информации, например, количество страниц учебника. $K(t)$ - параметр, отражающий эмоциональную компоненту обучения, численно равный пропускной способности обучающегося и имеющий размерность частоты. Выше отмечено, что восприятие характеризуется скоростью восприятия информации, в процессе обучения этот параметр характеризует мотивацию обучающегося, т.е. его эмоциональный настрой на предлагаемый ему учебный материал; $\varphi(t)$ - начальная функция уравнения, имеющая ту же размерность, что и входная информация $b(t)$, и отражающая память обучающегося, служащую основой его интуитивного опыта. Параметр $\tau(t)$ также является характеристикой памяти обучающегося, поскольку отражает тот отрезок времени, на котором запасена начальная функция $\varphi(t)$. Следовательно, это тоже характеристика интуиции.

Таким образом, уравнение (1) связывает процесс усвоения когнитивной информации $b(t)$ с параметрами обучения $\tau(t)$, $K(t)$ и $\varphi(t)$, отражающими все компоненты мыслительного процесса – рациональную, эмоциональную и интуитивную составляющие.

Понятно, что в модели (1) в качестве характеристик входной (обучающей) и выходной (усвоенной) информации выступают определенные количественные характеристики, например, бит/сек, страницы/мин и т.д. С этой точки зрения модель (1) адекватно описывает индивидуальный подход, когда одно и то же содержание $b(t)$ по-разному – с разной скоростью, с разным коэффициентом усвоения – усваивается разными обучающимися. Но можно ли в модели (1) учесть разную входную информацию, т.е. дифференцированное содержание обучения, отвечающее идее индивидуализации образования? Можно, и ключевым параметром в этом учете является параметр K – индивидуальный коэффициент восприятия входной информации. Поясним сказанное.

В [Солодова, 2016, 200-202] показано, что зависимость времени усвоения фиксированной порции входной информации $b(t)$ зависит от обоих параметров, фигурирующих в уравнении (1), причем время усвоения зависит от произведения этих параметров L , который, таким образом, является системным параметром обучения. Из рис. 2 можно видеть, что существует некоторый диапазон оптимальных значений параметра L , при котором время усвоения минимально. Этот диапазон $L = 0,4 - 1, 0$. По всей видимости, основная масса людей принадлежит именно к этой

категории обучающихся. Именно для этих обучающихся создаются типовые стандартные учебные программы и тематические планы, где указано время усвоения разных фиксированных порций информации, называемых темами, разделами, модулями.

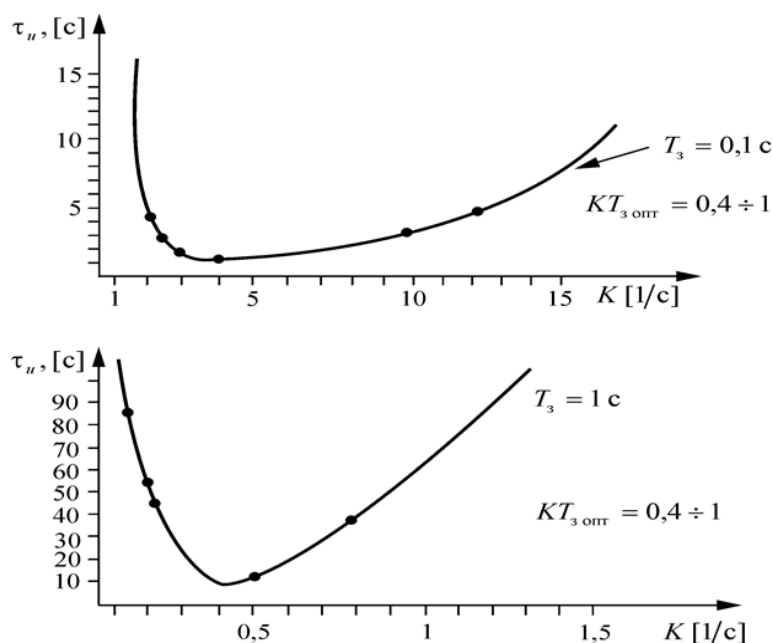


Рисунок 3 - Время усвоения фиксированной порции информации

Но есть интервалы резкого повышения времени усвоения. Первый интервал возникает при очень малых K – коэффициентах восприятия информации, когда мотивация к обучению резко снижена. Скорее всего, обучающемуся неинтересен тот предмет, который он медленно усваивает. Это как раз вариант, когда модель (1) позволяет опосредованно учесть содержание образования, измеряя коэффициент восприятия K , который, как показано выше, однозначно связан с мотивацией к обучению. Но может оказаться, что мотивация обучающегося низкая из-за плохого качества преподавания – педагог непрофессионален, неэмоционален и т.д. В этом случае обучающийся может сменить педагога по данной дисциплине, современный образовательный стандарт предполагает такую возможность.

Но есть еще и вторая ветка графика рис2, где наблюдается повышение времени усвоения фиксированной порции информации. Этот подъем времени усвоения происходит при слишком большом K – коэффициенте восприятия информации. Это возможно в случае одаренного обучающегося. Дело в том, что модель (1) моделирует репродуктивный метод обучения, когда запоминается входная информация, транслируемая педагогом. Но для одаренного обучающегося часто либо этой информации не хватает, либо она устарела, либо темпы ее подачи слишком низкие. В этом случае можно предложить такому обучающемуся индивидуальную образовательную траекторию, связанную с обучением на опережение – либо это участие в студенческом научном обществе, либо участие в научно-исследовательской работе кафедры, по которой читается интересующая обучающегося дисциплина. Другой вариант – возможен переход через курс в вузе, или через класс в школе.

Обратим внимание на то, что в рассматриваемом случае одаренных молодых людей, от них можно ожидать и генерации нового знания. В [Солодова, 2016, 213-222] показано, при каких условиях это возможно. Оказывается, что это возможно даже в случае, когда входная

информация отсутствует. Дело в том, что, в соответствии с теорией самоорганизации любой сложной системе присущи определенные внутренние тенденции, математически выражаемые решением соответствующего системе уравнения в случае отсутствия входного воздействия. Конечно, при этом подразумеваются ненулевые начальные условия, т.е. некоторый первоначальный запас энергии в системе. В качестве иллюстрации такого решения, характеризующего внутреннюю тенденцию системы, можно продемонстрировать решение дифференциального уравнения, описывающего колебательный контур в случае, когда в нем имеется первоначальный запас энергии, например, в качестве заряда емкости, входящей в состав контура (рис.3).

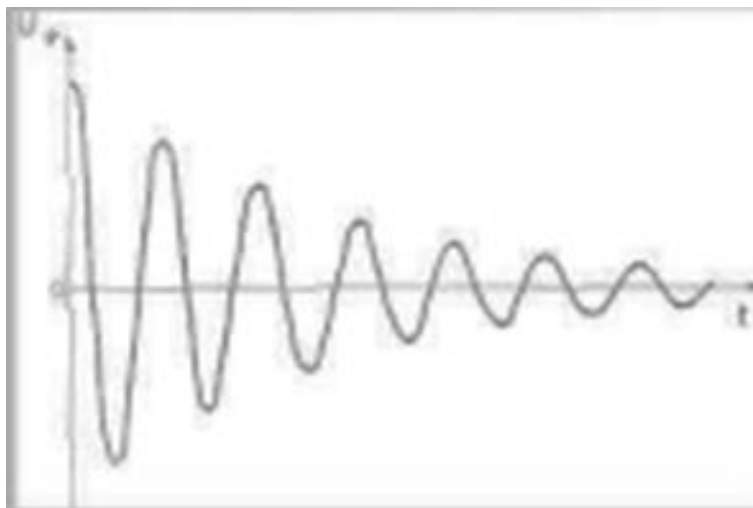


Рисунок 4 - Свободные колебания в колебательном контуре

Эти колебания целиком характеризуют все свойства контура – его резонансную частоту, добротность, первоначальный запас энергии.

Совершенно аналогична ситуация с системой, описывающей процесс обучения. Уравнение (1) содержит все сведения об обучающемся: его мотивацию, скорость восприятия информации, первоначальный запас знаний (который мы всегда проверяем, осуществляя входной контроль обучения). И ровно также, как в колебательном контуре, при отсутствии входной информации, мы можем беседовать с обучающимся, и он расскажет все то, что знает на момент беседы. С точки зрения математики – это решение уравнения (1) с нулевой правой частью, когда на выходе мы получаем решение в виде начальной функции $\varphi(t)$, характеризующей память системы. Это и есть внутренние тенденции обучающегося.

Вернемся к колебательному контуру. Если начать подкачивать в него энергию резонансно его собственной частоте, причем так, чтобы убыль энергии на каждом периоде точно возмещалась бы ее притоком, то в контуре возникнут незатухающие колебания. Причем можно организовать так, что часть энергии контура забирают из него, усиливают и «подливают» в контур за счет обратной связи. Такой контур называется автогенератором [Солодова, 2016, 175-185].

Что же происходит с одаренным обучающимся, предоставленным самому себе, который к началу обучения по дисциплине знает больше, чем преподаватель и ему неинтересно слушать преподавателя (рис 2)? Предоставленный сам себе, он начнет генерировать свою информацию – аналог свободных колебаний в колебательном контуре – сообразно своим внутренним тенденциям. А дальше все зависит от его мотивации: если мотивация станет расти сообразно с

ростом сгенерированной обучающимся информации, то это окажется своеобразной подкачкой для его информации, информация станет незатухающей и, даже, при определенных условиях, уникальной.

Покажем это математически. Допустим некоторое упрощение в уравнении (1). Разложим второй член уравнения в ряд Тейлора в окрестности точки τ и сохраним первые два члена разложения. Получим:

$$X(t-\tau) = X(t) - X'(t) \frac{\tau}{1!} + X''(t) \frac{\tau^2}{2!} - \dots (-1)^k X^{(k)}(t) \frac{\tau^k}{k!} + \dots \quad (2)$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{2(1-k\tau)}{k\tau^2} \frac{dx}{dt} + \frac{2(k+1)}{k\tau^2} x = 0 \quad (3)$$

Если уравнение (3) сравнить с уравнением колебательного контура (4)

$$\ddot{q} + \frac{R}{L} \dot{q} + \frac{1}{LC} q = 0 \quad (4)$$

где R, L, C – параметры контура, то можно заметить, что в уравнении контура потери, вызывающие затухание колебаний, характеризуются коэффициентом при первой производной тока контура, ведь именно в этом коэффициенте содержится параметр R , численно равный величине активного сопротивления контура.

Обратимся теперь к анализу уравнения (3), описывающего процесс генерации информации обучающимся в отсутствии преподавателя или дистанционного источника информации. В этом случае также возможно возникновение незатухающих колебаний, когда коэффициент при первой производной обращается в ноль, т.е. при значении $L = k\tau = 1$

(Замечание: поскольку мы использовали разложение второго члена уравнения (1) в ряд Тейлора и учли всего 2 члена разложения, то получили приближенное значение критического значения параметра L , его точное значение равно $L = k\tau = \pi/2$ [Солодова, 2016, 200].)

Итак, все зависит от мотивации k , поскольку параметр τ , отражающий время накопления памяти обучающегося, изменяется гораздо медленнее, чем мотивация.

А что будет, если величина коэффициента восприятия станет больше критической? В случае с колебательным контуром это означает, что потери станут отрицательными и напряжение (или ток) на выходе контура станет неограниченно возрастать. А в случае с обучающимся при $L = k\tau > 1$ также должен наблюдаться рост переменной $x(t)$, т.е. рост информации, сгенерированной обучающимся.

Наблюдается и еще более неожиданный эффект. Если коэффициент восприятия информации изменяется по нелинейному закону в зависимости от величины информации $x(t)$, например, по логарифмическому, как показано в уравнении (5), то решение уравнения (1) принимает вид так называемого детерминированного хаоса (рис. 4) [Солодова, 2016, 217].

$$\frac{dx}{dt} + \frac{1}{\tau} \ln[a + x^n(t - \tau)] x(t - \tau) = b(t) \quad (5)$$

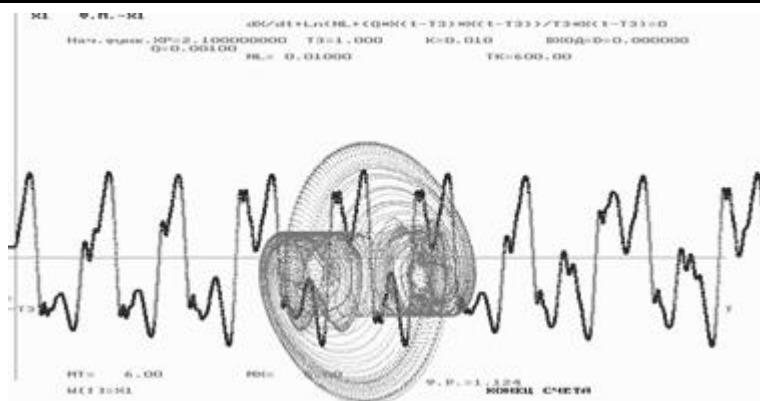


Рисунок 5 - Детерминированный хаос

Факт возникновения детерминированного хаоса в работах по исследованию синтеза информации трактуется как одно из необходимых условий генерации информации [Кастлер, 1967, 90].

Заключение

Итак, подводя итоги представленного анализа математической модели обучения, можно заключить, что решающую роль в этом процессе играет мотивация, которая представляет собой один из ключевых структурных элементов эмоционального интеллекта. Следовательно, успех обучения зависит от степени развитости эмоционального интеллекта обучающегося и педагога.

Библиография

1. Баранцев Р.Г. Синергетика в современном естествознании. М.: URSS, 2003. 144 с.
2. Брегман П. Эмоциональная смелость. Как брать ответственность на себя, не бояться сложных разговоров и вдохновлять других. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. 304 с.
3. Буданов В.Г. Методология синергетики в постнеклассической науке и в образовании. М.: ЛКИ, 2007. 232 с.
4. Волошко В.В., Захаров В.А. Эмоции на службе обучения // Вестник военного образования. 2019. № 3. С. 58-67.
5. Гоулман Д. Эмоциональный интеллект. Почему он может значить больше, чем IQ. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2018. 544 с.
6. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: Наука, 1997. 285 с.
7. Карузо Д., Сэловэй П. Эмоциональный интеллект руководителя: как развивать и применять. СПб.: Питер, 2020. 320 с.
8. Кастлер Г. Возникновение биологической организации. М.: Мир, 1967. 90 с.
9. Кетс де Врис М. Мистика лидерства: Развитие эмоционального интеллекта. М.: Альпина Паблишер, 2019. 350 с.
10. Кошелева С.В. (сост.) Педагогическая психология. М.: АСТ, 2005. 94 с.
11. Линн А. Сила эмоционального интеллекта. Как его развить для работы и жизни. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. 320 с.
12. Малинецкий Г.Г. Пространство синергетики: Взгляд с высоты. М.: ЛИБРОКОМ, 2013. 248 с.
13. Рогов Е.И. Эмоции и воля. М.: ВЛАДОС, 2001. 240 с.
14. Солодова Е.А. Новые модели в системе образования: Синергетический подход. М.: ЛИБРОКОМ, 2016. 344 с.
15. Солодова Е.А. Синергетика – это просто! Книга для школьников... и не только! М.: ЛЕНАНД, 2020. 208 с.
16. Хэссон Д. Развитие эмоционального интеллекта: Подсказки, советы, техники. М.: Альпина Паблишер, 2019. 127 с.
17. Шабанов С., Алешина А. Эмоциональный интеллект. Российская практика. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2020. 432 с.
18. Эмоциональный интеллект. 10 лучших статей. М.: Альпина Паблишер, 2020. 188 с.

Emotional intelligence in the context of a mathematical learning model

Evgeniya A. Solodova

Doctor of Pedagogy,
Professor of the Military Academy of Strategic Rocket Troops,
143900, 8, Karbysheva str., Balashikha, Russian Federation;
e-mail: esolodova@rambler.ru

Lola M. Boimatova

Adjunct,
Military Academy of Strategic Rocket Troops,
143900, 8, Karbysheva str., Balashikha, Russian Federation;
e-mail: L.Boymatova@yandex.ru

Abstract

The article is written in the context of post-non-classical science and is devoted to a method of teaching based on a systemic triad, including rational, emotional and intuitive components. The emotional component of learning is analyzed in detail. The interpretation of emotional intelligence is given in the context of the development of one of its components, namely: motivation. A mathematical model of learning based on the use of differential equations with a deviating argument describing systems with memory is discussed. It is shown that there is some optimal value of the information perception coefficient for students, characterizing the level of their motivation, which requires minimal time to assimilate a fixed portion of information. With a decrease in the level of motivation, the time of assimilation of information in the learning process is expected to increase. With an increase in the level of motivation exceeding the optimal values, the time of assimilation of information also increases, which is a non-trivial result of the study. This effect is explained by the fact that for such advanced students with a very high level of motivation, the reproductive method of learning aimed at memorizing input information is irrelevant. It is shown that such gifted students are able to generate new information themselves even in the absence of input information based on knowledge stored in their own memory. Such an effect can be observed in the case of a nonlinear increase in the perception coefficient depending on the amount of information stored.

For citation

Solodova E.A., Boimatova L.M. (2022) Emotsional'nyi intellekt v kontekste matematicheskoi modeli obucheniya [Emotional intelligence in the context of a mathematical learning model]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal], 12 (2A), pp. 737-746. DOI: 10.34670/AR.2022.43.30.093

Keywords

Non-linearity, post-non-classics, triad, emotional intelligence, motivation.

References

1. Barantsev R.G. (2003) *Sinergetika v sovremennom estestvoznanii* [Synergetics in modern natural science]. Moscow: URSS Publ.
2. Bregman P. (2018) *Leading with Emotional Courage: How to Have Hard Conversations, Create Accountability, And Inspire Action on Your Most Important Work*. Wiley.
3. Budanov V.G. (2007) *Metodologiya sinergetiki v postneklassicheskoi nauke i v obrazovanii* [Methodology of synergetics in post-non-classical science and in education]. Moscow: LKI Publ.
4. Caruso D., Salovei P. (2004) *The Emotionally Intelligent Manager: How to Develop and Use the Four Key Emotional Skills of Leadership*. Jossey-Bass.
5. (2020) *Emotsional'nyi intellekt. 10 luchshikh statei* [Emotional intelligence. 10 best articles]. Moscow: Al'pina Publisher Publ.
6. Goleman D. (2005) *Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ*. Random House Publishing Group.
7. Hasson D. (2017) *Emotional Intelligence Pocketbook*. Capstone.
8. Kapitsa S.P., Kurdyumov S.P., Malinetskii G.G. (1997) *Sinergetika i prognozy budushchego* [Synergetics and forecasts of the future]. Moscow: Nauka Publ.
9. Kets de Vries M. (2009) *The Leadership Mystique: Leading Behavior in the Human Enterprise*. Ft Pr.
10. Kosheleva S.V. (sost.) *Pedagogicheskaya psikhologiya*. M.: AST, 2005. 94 s.
11. Lynn A. (2004) *The EQ Difference: A Powerful Plan for Putting Emotional Intelligence to Work*. AMACOM.
12. Malinetskii G.G. (2013) *Prostranstvo sinergetiki: Vzglyad s vysoty* [The space of synergetics: A view from above]. Moscow: LIBROKOM Publ.
13. Quastler H. (1964) *The Emergence of Biological Organization*. Yale Univ Press.
14. Rogov E.I. (2001) *Emotsii i volya* [Emotions and will]. Moscow: VLADOS Publ.
15. Shabanov S., Aleshina A. (2020) *Emotsional'nyi intellekt. Rossiiskaya praktika* [Emotional intelligence. Russian practice]. Moscow: Mann, Ivanov i Ferber Publ.
16. Solodova E.A. (2016) *Novye modeli v sisteme obrazovaniya: Sinergeticheskii podkhod* [New models in the education system: Synergetic approach]. Moscow: LIBROKOM Publ.
17. Solodova E.A. (2020) *Sinergetika – eto prosto! Kniga dlya shkol'nikov... i ne tol'ko!* [Synergy is easy! A book for schoolchildren, and not only for them!]. Moscow: LENAND Publ.
18. Voloshko V.V., Zakharov V.A. (2019) *Emotsii na sluzhbe obucheniya* [Emotions in the service of training]. *Vestnik voennogo obrazovaniya* [Bulletin of military education], 3, pp. 58-67.