

УДК 371.3.377.001.5

В.К. Маригодов, д-р техн. наук, профессор

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕОРИИ ОБУЧЕНИЯ: ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА

Рассмотрены основные информационные процессы в психологической теории обучения студентов. С точки зрения теоретико-игрового и теоретико-информационного подходов произведена оценка эффективности процессов передачи и восприятия учебной информации.

Ключевые слова: информация, знания, педагогическая информатика, теория обучения, информационные процессы, высшая школа, студент.

Постановка проблемы. В современных условиях развития высшего образования в Украине и осуществления процесса интеграции образовательной системы в единую Европу. Становится крайне необходимым широкое внедрение в учебный процесс вузов и университетов инновационных технологий обучения студентов. Без использования таких технологий, особенно компьютерных, нельзя подготовить дипломированных бакалавров и магистров достаточно высокого сертификата качества на уровне мирового стандарта.

В связи с этим, возникает необходимость становления и дальнейшего развития новой отрасли современной педагогики – педагогической информатики, которая основана на комплексном использовании в учебном процессе таких технологий обучения, как дистанционное на базе сети Интернет, телекоммуникационных сетей связей вузов с единой информационной базой, интеграции уже существующих телекоммуникационных локальных и спутниковых систем.

Анализ последних публикаций и исследований. В последнее время чрезвычайно большое внимание уделяется совершенствованию и дальнейшему развитию новых информационных технологий обучения (НИТО). Известно лишь сравнительно небольшое количество работ в области педагогической информатики, например [1–3]. Вместе с тем, эти вопросы получили широкое обобщение, например, в трудах международных научно-методических конференций, проводимых в Одесском национальном морском университете под научным руководством д-ра педагогических наук, профессора, академика Академии информационного образования И.И. Мархеля [4–6]. Кроме того, проблемы оценки информационных процессов в теории обучения нашли также отражение в публикациях [7–9], в которых рассмотрены современные аспекты и новые подходы в ТРИЗ-педагогике. При этом особое внимание обращено на разработку деревьев целей, объединяющих функционально-содержательный и функционально-структурный принципы системного подхода к современной педагогике

Выделение нерешенных ранее частей проблемы. Поскольку в перечисленных работах не была произведена оценка основных параметров информационных процессов извлечения, формирования, передачи и восприятия учебной информации, то для дальнейшего целенаправленного совершенствования учебно-методической деятельности преподавателей представляет существенный интерес уметь использовать результаты оценки информационных критериев на практике.

Следует также отметить, что теории обучения студентов в перечисленных исследованиях уделялось недостаточное внимание; в частности, не рассматривались вопросы теоретико-игрового подхода к процессу изложения лекционного материала. В связи с этим, авторы в данной статье рассматривают возможность расширения основных аспектов педагогической информатики на базе последних исследований.

Цель настоящей статьи состоит в том, чтобы с позиций теории игр, теоретико-информационного подхода рассчитать основные параметры, связанные с повышением эффективности процессов формирования, передачи, восприятия и извлечения учебной информации.

Изложение основного материала. На рисунке 1 изображена схема, которая иллюстрирует процессы, связанные с формированием и переработкой учебной информации в теории обучения. Часть этих процессов можно отнести к деятельности преподавателя учебной дисциплины, а остальные входят в прерогативы обучаемых. Извлечение информации производится из учебников, учебных пособий, справочников, банков данных, сети «Интернет» и др. источников. Формирование учебной информации связано с составлением конспекта лекций, подготовкой наглядного материала и разработкой методики использования технических средств обучения. К функциям преподавателя также относится контроль знаний, полученных студентами, и коррекция учебной информации. Существенную роль в процессах формирования, передачи и восприятия учебной информации играют *тезаурусы* преподавателя и студента. При восприятии учебной информации, а также в процессе ее усвоения должен использоваться аппарат памяти обучаемых. Важную роль в этом феномене играет долговременная память [7].

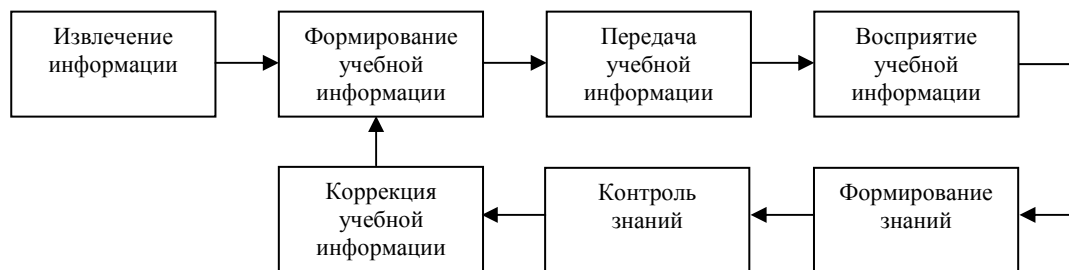


Рисунок 1 – Информационные процессы в теории обучения

Рассмотрим основные параметры, характеризующие систему обучения. Одним из таких параметров можно считать *эпсилон-энтропию источника сигнала*, который используется при передаче учебной информации по каналу связи. Под каналом понимается среда распространения речевого сообщения педагога. В системах дистанционного обучения в качестве каналов связи используются обычно радиоканалы, а в некоторых случаях – спутниковые каналы связи. Кроме речевых сообщений, студентам дается символьная информация в виде рисунков и формул, отображаемых на доске или на экранах технических средств обучения.

Для гауссовских информационных процессов в теории обучения эпсилон-энтропия источника информации определяется как

$$H_{\varepsilon}(x) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\Delta\omega} \ln \frac{G(\omega)}{G_{\varepsilon}(\omega)} d\omega, \quad (0)$$

где $G(\omega)$ — спектральная плотность мощности передаваемого сигнала; $G_{\varepsilon}(\omega)$ — спектральная плотность мощности ошибки, возникающей в результате воздействия различного рода помех; ω — текущая частота; $\Delta\omega$ — эффективная полоса частот канала.

Спектры речевого сигнала и сигнала изображения можно моделировать *марковским случайным стационарным процессом* с экспоненциальной функцией корреляции [10]

$$G(\omega) = 2\alpha\sigma_c^2 / (\alpha^2 + \omega^2), \quad (2)$$

где σ_c^2 — дисперсия сигнала; α — коэффициент, который характеризует скорость экспоненциального спада спектра.

Для нахождения минимума функционала (1) необходимо ввести ограничения

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} G_{\varepsilon}(\omega) d\omega = \varepsilon^2; G_{\varepsilon}(\omega) \leq G(\omega), \quad (3)$$

где ε^2 — среднеквадратичная ошибка оценки.

Применяя вариационную технику с учетом (1) – (3), получаем

$$H_{\varepsilon}(x) = \frac{1}{\pi} \left(\frac{\omega_{cp}}{\alpha} - \arctg \frac{\omega_{cp}}{\alpha} \right), \quad (4)$$

где $\lambda = \frac{1}{\varepsilon^2 F_{cp}}$; $F_{cp} = \frac{\omega_{cp}}{2\pi}$ — граничная частота эффективной полосы пропускания канала.

Если принять в (4) $\omega_{cp} = 10\alpha$, то получаем

$$H_{\varepsilon}(x) = \frac{1}{\pi} (10 - \arctg 10). \quad (5)$$

Таблица 1 — Значения эпсилон-энтропии источника информации от параметра α

Сильная корреляционная связь							Слабая корреляционная связь						
$\alpha \text{ рад/с}$							$\alpha \text{ рад/с}$						
0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	2,0	4,0	6,0	8,0	10
$H_{\varepsilon}(x) \text{ нат/с}$							$H_{\varepsilon}(x) \text{ нат/с}$						
0,27	0,54	0,81	1,09	1,35	1,64	2,18	2,7	3,26	5,44	10,9	16,4	21,8	27,2

Как видно из таблицы 1, энтальпия источника информации (как степень неопределенности) уменьшается при сильной степени корреляционных связей между символами передаваемого сообщения. Поэтому при формировании учебной информации и при ее передаче педагогу необходимо стремиться к обеспечению как можно большей степени статистической связи между символами в каждом условном «пакете» информации, а также между отдельными ее пакетами.

Рассмотрим теоретико-игровую оценку пропускной способности канала передачи учебной информации. Для этого представим, что имеется конфликтная ситуация между преподавателем и источником помех, который считается пассивным игроком, т.е. помехи не создаются преднамеренно, а возникают в процессе передачи информации (шумы в аудитории, разговоры студентов, внешние помехи, связанные с производственной деятельностью вузов и предприятий).

Скорость передачи информации определяется как

$$R = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\Delta\omega} \ln \left[1 + \frac{G(\omega)}{N(\omega)} \right] d\omega, \quad (6)$$

где $N(\omega)$ — спектральная плотность мощности помех.

Пусть преподаватель стремится выбором своей чистой стратегии $G(\omega)$ максимизировать скорость передачи, а источник помех выбором $N(\omega)$ стремится минимизировать эту скорость.

Введем информационные ограничения на эти стратегии в виде естественных ограничений соответствующих мощностей сигнала P_c и помехи P_n :

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{\Delta\omega} G(\omega) d\omega = P_c = \text{const}, \quad (7)$$

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{\Delta\omega} N(\omega) d\omega = P_n = \text{const}. \quad (8)$$

Игровое неравенство можно записать в виде:

$$\min_{N(\omega)} \max_{G(\omega)} R \geq \max_{G(\omega)} \min_{N(\omega)} R. \quad (9)$$

Вариационная техника позволяет получить следующий результат:

$$\max_{G(\omega)} R = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\Delta\omega} \ln \left[\frac{P_c + P_n}{FN(\omega)} \right] d\omega, \quad (10)$$

где F — полоса пропускания канала передачи учебной информации.

Минимизируя (10) по $N(\omega)$, находим:

$$\min_{N(\omega)} \max_{G(\omega)} R = F \ln \left(1 + \frac{P_c}{P_n} \right). \quad (11)$$

Таким образом, получена известная формула К.Э. Шеннона для пропускной способности канала.

Аналогичным путем находим максимум в (9), т.е. получаем цену игры как

$$\min_{N(\omega)} \max_{G(\omega)} R = \max_{G(\omega)} \min_{N(\omega)} R = C, \quad (12)$$

где C — пропускная способность канала.

Приведенные результаты показывают, что формула для пропускной способности канала может быть получена на основе теоретико-игрового подхода. Следует, однако, заметить что увеличивать скорость изложения лекционного материала нецелесообразно в связи с тем, что для эффективного задействования «блока» долговременной памяти студента учебная информация должна поступать в него со скоростью 0,05 бит/с [1, 3]. Для преодоления этого недостатка педагогу необходимо использовать повторение материала с разных позиций, создавать высококачественные средства иллюстративных материалов, применять практику распространения в процессе лекции раздаточных материалов, дополняющих текст лекции.

Рассмотрим *критерий минимума потерь учебной информации* в процессе ее восприятия студентами. Информационная скорость сигнала ошибки определяется из соотношения [7]:

$$\frac{\Delta\omega}{\pi} H_n(\epsilon) = \frac{\Delta\omega}{\pi} H_n(x) - \frac{1}{2\pi} \int_{\Delta\omega} \ln \left[1 + \frac{G(\omega)}{N(\omega)} \right] d\omega, \quad (13)$$

Где $H_n(\epsilon) = \frac{1}{2\Delta\omega} \int_{\Delta\omega} (\ln 2\pi e \sigma_\epsilon^2) d\omega$, $H_n(x) = \frac{1}{2\Delta\omega} \int_{\Delta\omega} (\ln 2\pi e \sigma_x^2) d\omega$ — соответственно энтропии, приходящиеся на одну степень свободы (один отсчет) сигнала ошибки $\epsilon(t)$ и передаваемого сообщения $x(t)$; e — основание натуральных логарифмов; σ_ϵ^2 и σ_x^2 — дисперсии сигнала ошибки и передаваемого информационного сигнала; $\Delta\omega$ — эффективная полоса пропускания канала передачи.

С учетом (13) выражение для минимума энтропии ошибки, приходящейся на одну степень свободы, запишется как

$$H_n(\epsilon) = H_n(x) - \frac{1}{2\Delta\omega} \int_{\Delta\omega} \ln \left[1 + \frac{G(\omega)}{N(\omega)} \right] d\omega. \quad (14)$$

Откуда следует, что точность процесса передачи учебной информации увеличивается с уменьшением потерь, которые характеризуются параметром $H_n(\epsilon)$. В формуле (13)

$\frac{\Delta\omega}{\pi} H_n(x) = 2FH_n(x)$ — информационная скорость сигнала на входе подсистемы восприятия. Для ее вычисления воспользуемся выражением (1). При этом получаем

$$H_n(x) = H_\epsilon(x) / 2F = H_\epsilon(x) \pi / \Delta\omega, \quad (15)$$

где $H_\epsilon(x)$ — энтальпия сигнала сообщения $x(t)$.

Выражение (13) можно представить в виде

$$2FH_n(\epsilon) = H_n(x)(2F - 2F_1), \quad (16)$$

где $2F_1 = \frac{1}{2\pi} \int_{\Delta\omega} \ln \left[1 + \frac{G(\omega)}{N(\omega)} \right] d\omega / H_n(x)$.

При фиксированной энтропии информационного сигнала F_1 представляет собой эквивалентную ширину спектра сигнала на выходе подсистемы усвоения учебной информации. Таким образом, информационная скорость в соответствии с (15) и (16) уменьшается до величины

$$H_\epsilon(x)F_1 / F = H_\epsilon(x)\Delta\omega_1 / \Delta\omega. \quad (17)$$

Вместо эффективной полосы спектра информационного сигнала можно рассматривать эквивалентное значение энтропии сигнала на входе подсистемы восприятия. При этом полоса частот спектра информационного сигнала считается фиксированной. В этом случае информационная скорость сигнала ошибки находится из выражения

$$2FH_n(\epsilon) = 2F [H_n(x) - H_n(x')], \quad (18)$$

где $H_n(x') = C' / 2F$; $C' = \frac{1}{2\pi} \int_{\Delta\omega} \ln \left[1 + \frac{G(\omega)}{N(\omega)} \right] d\omega$ — эквивалентная пропускная способность на входе подсистемы усвоения учебной информации.

При таком подходе к обучающей системе представляется целесообразным минимизировать разность $H_n(\epsilon) = H_\epsilon(x) - H_n(x')$ при неизменной полосе частот спектра информационного сигнала.

Пусть при моделировании помехи в канале передачи информации белым гауссовским шумом энтальпия информационного сигнала определяется формулой

$$H_\epsilon(x) = F_{cp} \ln(1 + q), \quad (19)$$

где $q = P_c / P_n$ — отношение мощностей сигнала и помехи. При этом получаем

$$H_n(\epsilon) = H_\epsilon(x) - C', \quad (20)$$

где C' — эквивалентная пропускная способность на входе подсистемы усвоения учебной информации.

Предположим, что $C' = 0,8C$. При этом находим $H_n(\epsilon) = 0,8F_{cp} \ln(1 + q)$.

Для передачи речевого сигнала по каналу можно принять $F_{zp} = 3 \cdot 10^3 \text{ Гц}$. Тогда при $q = 10$ получаем $C = 7,17 \cdot 10^3 \text{ нат/с}$; $H_n(\epsilon) = 5,73 \cdot 10^3 \text{ нат/с}$. Таким образом, пропускная способность канала передачи учебной информации при наличии помех уменьшается в 1,26 раз.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Таким образом, рассмотрены теоретико-информационные и теоретико-игровые подходы к оценке основных параметров, определяющих информационные процессы в теории обучения. К таким параметрам относятся: пропускная способность канала передачи учебной информации, энтальпия источника информации и минимум потерь учебной информации при ее восприятии.

В данном направлении следует считать разработку тестов для проверки эффективности подсистем обучающей системы и системный анализ концептов когнитивной карты в теории обучения.

Библиографический список использованной литературы

1. Вельнер К. Информационно-педагогический поход к педагогике / К. Вельнер // Зарубежная радиоэлектроника. — 1968. — № 12. — С. 58–73.
2. Информатика: учебник для вузов / под ред. проф. Н.В. Макаровой. — М.: Финансы и статистика, 1997. — 768 с.
3. Маригодов В.К. Основы научных исследований: Инженерная педагогика / В.К. Маригодов, А.А. Слободянюк. — Севастополь: Сев ГТУ, 1999. — 240 с.
4. Нові інформаційні технології навчання в учбових закладах України: зб. статей за допов. четвертої Української наук.-метод. конф. 12 – 14 вересня 1995 р.; під ред. І.І. Мархеля. — Одеса, 1997. — 158 с.
5. Нові інформаційні технології навчання в учбових закладах України: зб. статей за допов. п'ятої Української наук.-метод. конф. 2–4 липня 1997 р.; під ред. І.І. Мархеля. — Одеса, 1997. — 210 с.
6. Новые информационные технологии в учебных заведениях Украины: междунар. конференция памяти проф. И.И. Мархеля 21–26 июня 2005 г. — Одесса: Астропринт, 2005. — 188 с.
7. Маригодов В.К. Теоретико-игровая оценка восприятия учебной информации / В.К. Маригодов // Морское образование. — 2009. — С. 17–19.
8. Маригодов В.К. Психологічні процеси навчання як теорія масового обслуговування / В.К. Маригодов, Е.Ф. Бабуров // Проблеми освіти. — 2007. — № 53. — С. 38–42.
9. Маригодов В.К. Теория и практика научных исследований / В.К. Маригодов, Г.А. Тихонов. — Севастополь: Рибэст, 2009. — 247 с.
10. Маригодов В.К. Теоретико-игровая оценка среднего риска в системах передачи информации / В.К. Маригодов // Вестн. СевГТУ. Сер. Информатика, электроника, связь: сб. науч. тр. — Севастополь, 2010. — Вып. 101. — С. 104–107.

Поступила в редакцию 16.06.2011 г.

Марігодов В.К. Інформаційні процеси в теорії навчання: педагогічна інформатика

Розглянуто основні інформаційні процеси у психологічній теорії навчання студентів. З точки зору теоретико-ігрового і теоретико-інформаційного підходів проведено оцінювання ефективності процесів передавання та сприйняття навчальної інформації.

Ключові слова: педагогічна інформатика, теорія навчання, інформаційні процеси, вища школа, знання, студент.

Marigodov V.K. Information processes in the theory of teaching: pedagogical information science

The main information processes in psychological theory teaching of students are considered. In terms of game-theoretical and theory of information methods, estimation efficiency of processes transmission and perception of teaching information has been made.

Keywords: extraction of information, forming of teaching information, forming of knowledge.