

# Проблемы образования и подготовки специалистов в области радиотехнических и телекоммуникационных систем

УДК 004.85

## КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ ТРАЕКТОРИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

**Рыжкова Мария Николаевна**

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физики и прикладной математики Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых».

*E-mail:* masmash@mail.ru.

**Орлов Алексей Александрович**

доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой физики и прикладной математики Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых».

*E-mail:* alexeyalexorlov@gmail.com.

*Адрес:* 602264, Российская Федерация, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д. 23.

*Аннотация:* В статье рассмотрен один из подходов к моделированию образовательных процессов и систем – когнитивный анализ. Целью данной работы стала разработка методики математического моделирования адаптивной траектории обучения на основе когнитивной карты взаимосвязей дисциплины «Физика» и профессионально-направленной дисциплиной. Когнитивный анализ при моделировании процесса или системы предполагает построение когнитивной карты и её исследование. В статье рассмотрены основные взаимосвязи между понятиями курса физики и дисциплинами радиотехнического направления подготовки. По результатам анализа взаимосвязанности понятий построена когнитивная карта взаимосвязей на примере курса «Основы теории цепей». Использование когнитивной карты даёт возможность прогнозировать входной уровень знаний для качественного усвоения профильных дисциплин направления подготовки в вузе. Для анализа построенной когнитивной карты используется импульсный метод исследования. Проведены экспериментальные исследования, позволяющие прогнозировать знания студентов по курсу «Основы теории цепей», исходя из знаний основных понятий курса физики. Подобный подход позволяет строить адаптивную траекторию обучения, добавляя учебный материал, позволяющий корректировать исходные знания учащегося.

*Ключевые слова:* когнитивное моделирование, импульсный метод, адаптивное обучение, математическая модель, понятия курса физики, межпредметные связи.

### Введение

В последние годы образовательная система становится всё более личностно-ориентированной системой. Индивидуализация методов построения образовательных траекторий всё чаще требует математического и алгоритмического подхода. Одним из подходов к построению индивидуальной адаптивной траектории обучения является когнитивный подход. С его помощью на основании входных

знаний учащегося и взаимосвязей компонентов образовательной системы можно промоделировать результаты обучения студентов и скорректировать образовательную траекторию в процессе обучения.

На сегодняшний день моделирование образовательного процесса – востребованное и широко развиваемое направление теории управления социальными системами. В зависимости от целей моделирования и области применения

математических моделей, могут быть использованы различные подходы к моделированию: статистический подход к моделированию образовательного процесса, в том числе с использованием нечисловой статистики, вероятностный подход, когнитивный подход, кибернетический подход, модель онтологий, семантические сети, интегральный подход, и некоторые другие частные подходы [1].

Для моделирования слабоструктурированных, больших по объёму и количеству внутренних и внешних составляющих и их взаимосвязей очень часто используют когнитивный подход, основанный на понятии когнитивной карты. Основной вклад в разработку и исследование когнитивного подхода при моделировании слабоструктурированных социально-экономических систем внесли Ф.С. Робертс, В.И. Максимов, А.А. Кулинич, З.К. Авдеева, С.В. Коврига, Д.И. Макаренко, М.А. Заболотский, И.А. Полякова, А.В. Тихонин и др.

Анализ источников [2–12] позволил сделать вывод, что наиболее часто когнитивные карты в исследовании образовательных процессов используют при необходимости создать модель образовательной системы или её части, чтобы оценить, как будет развиваться тот или иной показатель качества в зависимости от связанных с ним параметров, например:

– качество обучения (образования, освоения) дисциплины (курса, компетентности) в зависимости от факторов, которые влияют на обучающегося (как внутренних, обусловленных его личностными характеристиками, так и внешних, обусловленных образовательной и социально-экономической средой, в которой находится обучаемый);

– оптимальность структуры учебных материалов, управление которой позволит управлять траекторией обучения;

– эффективность работы образовательной организации или её отдела, в зависимости от их обязанностей и местоположения в структуре сложной организации.

Целью данной работы стала разработка методики математического моделирования адап-

тивной траектории обучения на основе когнитивной карты взаимосвязей дисциплины «Физика» и профессионально-направленной дисциплиной. Успешность освоения профильных дисциплин радиотехнического профиля зависит от базового уровня знаний студента в первую очередь по физике. Это необходимо учитывать при прогнозировании результатов обучения студента по профильной дисциплине. При разработке методики математического моделирования адаптивной траектории обучения требуется установить:

- 1) какие понятия курса физики лежат в основе курса профильной дисциплины;
- 2) составить когнитивную карту взаимосвязей понятий курса физики;
- 3) определить, как влияют понятия курса физики на профильную дисциплину;
- 4) определить критерии, по которым будет разрабатываться индивидуальная траектория обучения студента.

Рассматривать методику математического моделирования будем на примере дисциплины «Физика» и профессионально-направленной дисциплины радиотехнического профиля «Основы теории цепей».

### **Теоретическая часть**

В современном вузовском образовании очень чётко прослеживаются взаимосвязи естественнонаучных дисциплин и спецдисциплин технических направлений подготовки. Курс общей физики является базовым для таких направлений подготовки как «Радиотехника», «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», «Электроэнергетика и электротехника», «Автоматизированные системы» и многих других. В основу большинства спецдисциплин по этим направлениям подготовки ложатся основные физические понятия. Поскольку каждую учебную дисциплину можно рассматривать как источник различных видов межпредметных связей, то возможно определить связи между курсом физики и специальными дисциплинами, которые лягут в основу когнитивной карты.

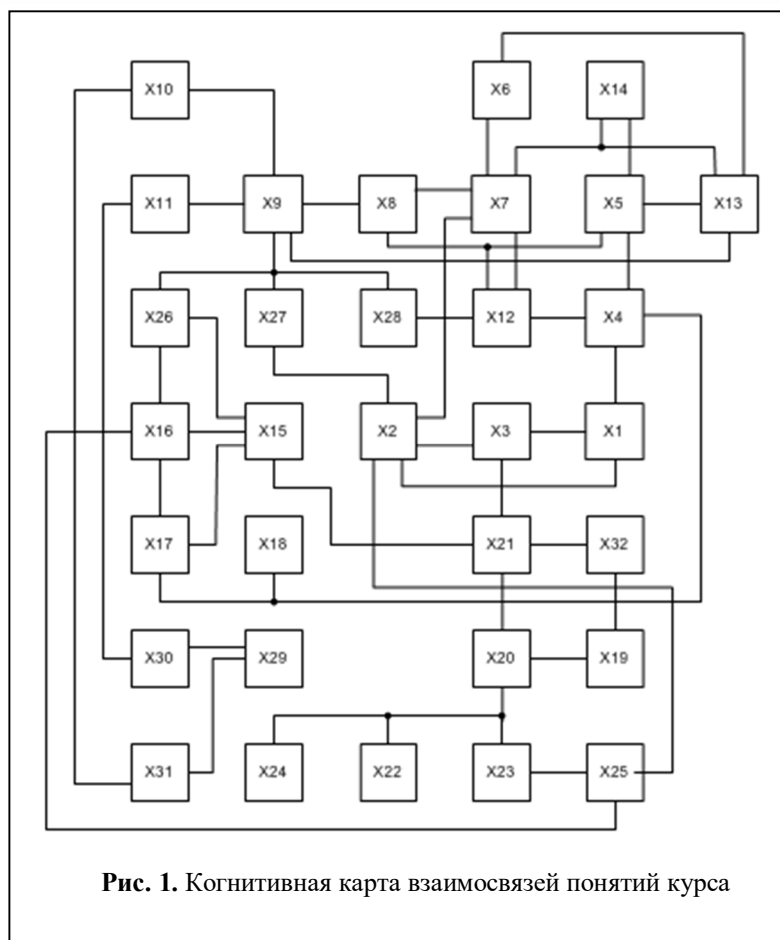


Рис. 1. Когнитивная карта взаимосвязей понятий курса

Курс физики для специальностей радиотехнического профиля является основополагающим теоретическим курсом. Большинство дисциплин этого направления базируются на таких фундаментальных понятиях физики как «колебания и волны», «постоянный и переменный электрический ток», «напряжение», «мощность», «закон Ома», «закон Кирхгофа», «электрическое и магнитное поле», «фотоэффект» и т.п. Анализ учебного плана направления подготовки «Радиотехника» позволил выделить несколько дисциплин, которые явно базируются на изучении курса общей физики, поскольку их содержание характеризуется бесспорными, внутренне обусловленными межпредметными связями [3]:

- Электромагнитные поля и волны;
- Физические основы электроники;
- Радиоматериалы и радиокомпоненты;
- Электроника;
- Основы теории цепей;

– Электродинамика и распространение радиоволн.

Для примера рассмотрим взаимосвязи понятий курса физики и курса «Основы теории цепей». Выберем основные понятия курса физики, знание которых необходимо для освоения курса «Основы теории цепей»:  $x_1$  – элементарный заряд,  $x_2$  – электроёмкость,  $x_3$  – конденсатор,  $x_4$  – электрический ток,  $x_5$  – сила тока,  $x_6$  – ЭДС,  $x_7$  – напряжение,  $x_8$  – закон Ома,  $x_9$  – сопротивление проводника,  $x_{10}$  – последовательное соединение,  $x_{11}$  – параллельное соединение,  $x_{12}$  – мощность тока,  $x_{13}$  – правила Кирхгофа,  $x_{14}$  – вольт-амперная характеристика,  $x_{15}$  – катушка индуктивности,  $x_{16}$  – индуктивность,  $x_{17}$  – самоиндукция,  $x_{18}$  – взаимная индукция,  $x_{19}$  – электромагнитные колебания,  $x_{20}$  – колебание,  $x_{21}$  – колебательный контур,  $x_{22}$  – амплитуда,  $x_{23}$  – частота,  $x_{24}$  – начальная фаза,  $x_{25}$  – период,  $x_{26}$  – индуктивное сопротивление,  $x_{27}$  – ёмкостное сопротивление,  $x_{28}$  – активное сопротивление,  $x_{29}$  – резонанс,  $x_{30}$  – резонанс токов,  $x_{31}$  – резонанс напряжений,  $x_{32}$  – переменный ток. Обозначим за  $y$  – результаты освоения дисциплины «Основы теории цепей».

За основу когнитивной карты возьмем глоссарий, разработка которого описывалась в [4, 5]. Разработанная когнитивная карта приведена на рис. 1.

Для моделирования индивидуальной траектории обучения следует учитывать, что все понятия курса физики взаимосвязаны между собой. Так, например, знание такого понятия как  $x_1$  – элементарный заряд, необходимо при освоении таких понятий как  $x_2$  – электроёмкость,  $x_3$  – конденсатор,  $x_4$  – электрический ток. Введём обозначение двух понятий –  $i$  и  $j$ , и покажем степень их взаимосвязи по схеме:

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32				
X1	0	0,33	0,33	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
X2	0,2	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,25	0	0	0	0					
X3	0,33	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
X4	0,2	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
X5	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
X6	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
X7	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
X8	0	0	0	0	0,33	0	0,33	0	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
X9	0	0	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0,14	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0,14	0,14	0	0	0			
X10	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0			
X11	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0		
X12	0	0	0	0,2	0,2	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0		
X13	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X14	0	0	0	0	0,33	0	0,33	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	
X16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	
X17	0	0	0	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X18	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	
X20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X21	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	
X22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X25	0	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X26	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0	0	0	0,33	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X27	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X28	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0
X30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
X31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
X32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 2. Матрица смежности понятий курса физики

1) определим количество понятий, взаимосвязанных с понятием  $i$  как  $n_i$ . Для  $x_1$  таких понятий 3;

2) примем, что каждое понятие влияет на  $i$  одинаково:

$$\omega_{ji} = 1/n_i, \quad (1)$$

таким образом,  $\omega_{j1} = 1/3 = 0,33$ .

Результаты анализа взаимосвязанности понятий физики между собой, а также расчёта степеней взаимосвязей приведены на рис. 2.

Под *степенью овладения* дисциплиной или понятием курса будем подразумевать нормированное количество баллов, полученное за тестирование по данной дисциплине (понятию). Для анализа степени овладения дисциплиной «Основы теории цепей» при опреде-

лённых знаниях по физике используем импульсный метод.

Определим результаты освоения дисциплины «Основы теории цепей» по формуле:

$$S_i[1] = S_i[0] + \sum \omega_{ij} \cdot S_j[1], \quad (2)$$

где  $S_i[1]$  – степень овладения дисциплиной;

$S_j[1]$  – степень овладения понятием курса физики;

$S_i[0]$  – начальное значение владения дисциплиной «Основы теории цепей»;

$\omega_{ij}$  – степень влияния понятия  $j$  курса физики на дисциплину «Основы теории цепей».

Будем влиять на результаты обучения по дисциплине «Основы теории цепей» с помощью результатов освоения понятий по курсу

физики. Определим результаты освоения понятий курса физики по формуле:

$$S_i[1] = S_i[0] + \sum \omega_{ij}(S_j[1] + S_j[0]), \quad (3)$$

где  $S_i[1]$ ,  $S_j[1]$  – степень овладения понятием;  $S_i[0]$ ,  $S_j[0]$  – начальное значение владения понятием курса физики;  $\omega_{ij}$  – степень влияния понятия  $j$  на  $i$ -е понятие.

### Экспериментальные исследования

Рассмотрим результаты моделирования. Вне-сём одно предположение: будем считать, что при 100% знании всех понятий курса физики по курсу «Основы теории цепей» студент может набрать 30 баллов исключительно за счёт освоения физических основ теории цепей.

Рассмотрим несколько случаев, когда студент имеет определённые знания понятий курса физики, при этом рассмотрим самый простой вариант – все понятия оценены одним и тем же количеством баллов (по 100-балльной шкале).

Расчёты по формуле (2) сведём в таблицу 1.

Рассмотрим случай с адаптацией процесса обучения по курсу физики. В реальном процессе обучения это может быть выполнено за счёт часов самостоятельной работы студента, как по курсу физики, так и по курсу «Основы теории цепей». Количество этапов дополнительных занятий по курсу физики зависит от знаний студентов после каждого этапа. Если знания понятий недостаточны, то проводится

Таблица 1. Результаты расчёта с помощью импульсного метода

Количество баллов за освоение понятий курса физики	Знания по ОТЦ
0	0
20	6
50	15
70	21
100	30

следующий этап дополнительных занятий. На втором и последующих этапах дополнительное обучение проводится только по тем понятиям, знания которых менее 50 баллов. Так как у каждого студента уровень знания каждого понятия разный, то этапы дополнительных занятий с учётом знаний каждого понятия выстраиваются в индивидуальную траекторию обучения студента. В таблице 2 приведены знания понятий с учётом 2-х этапов дополнительных занятий:

– столбец 1 – начальные знания, с которыми студент приходит к курсу «Основы теории цепей»,

– столбец 2 – знания каждого понятия в отдельности после дополнительных занятий,

– столбец 3 – итоговые знания понятий с учётом степени взаимосвязи понятий после окончания первого этапа дополнительных занятий, полученные по формуле (3),

– столбец 4 – знания каждого понятия в отдельности после второго курса дополнительных занятий,



Рис. 3. Баллы студента после 2-х этапов дополнительных занятий

Таблица 2. Знания студента после двухэтапного курса дополнительных занятий

Понятие	Степень освоения по 100-бальной шкале					Понятие	Степень освоения по 100-бальной шкале				
	1	2	1	4	1		1				
X1	0	40	73,3	80	100	X17	0	50	73,3	60	100
X2	0	30	90	90	100	X18	0	40	60	40	80
X3	0	50	100	50	100	X19	0	20	70	50	100
X4	0	20	72	40	100	X20	0	80	100	80	100
X5	0	30	90	60	100	X21	0	80	100	80	100
X6	0	80	100	80	100	X22	0	60	100	80	100
X7	0	100	100	100	100	X23	0	20	90	50	100
X8	0	50	100	80	100	X24	0	20	100	50	100
X9	0	20	72,8	70	100	X25	0	60	83,3	60	100
X10	0	60	100	60	100	X26	0	30	53,3	60	100
X11	0	70	90	70	100	X27	0	50	75	50	100
X12	0	100	100	100	100	X28	0	80	100	80	100
X13	0	80	100	80	100	X29	0	100	100	100	100
X14	0	50	100	50	100	X30	0	20	100	20	100
X15	0	30	75	60	100	X31	0	60	100	60	100
X16	0	20	62,5	80	100	X32	0	20	70	50	100
<b>Оценка по ОТЦ</b>							0		15		29

– столбец 5 – итоговые знания понятий с учётом степени взаимосвязи понятий после окончания второго курса дополнительных занятий, полученные по формуле (3), а также прогнозируемая оценка по курсу «Основы теории цепей».

Рассмотрим знания двух студентов (таблица 3):

– столбец 1 – начальные знания, с которыми студент приходит к курсу «Основы теории цепей»;

– столбец 2 – необходимость в дополнительных занятиях, считаем, что занятия необходимы, если количество баллов меньше 50;

– столбец 3 – знания по каждому понятию после дополнительных занятий;

– столбец 4 – итоговые знания понятий с учётом степени взаимосвязи понятий после окончания курса дополнительных занятий, полученные по формуле (3).

В таблице 3 знаком «+» обозначены

Таблица 3. Фрагмент таблицы для определения индивидуальной траектории обучения

Понятие	Степень освоения по 100-бальной шкале							
	1 студент				2 студент			
	1	2	3	4	1	2	3	4
X1	30	+	60	100	50		50	100
X2	30	+	80	100	30	+	100	100
X3	80		80	100	80		80	100
X4	20	+	50	100	60		60	100
X5	50		50	100	80		80	100
...	...	...	...	...	...	...	...	...
X27	10	+	50	100	80		80	100
X28	20	+	50	90	60		60	100
X29	50		50	100	40	+	70	100
X30	60		60	100	30	+	50	100
X31	50		50	100	50		50	100
X32	80		80	100	80		80	100
<b>Оценка по ОТЦ</b>	<b>12</b>			<b>29</b>	<b>18</b>			<b>30</b>

понятия курса физики, освоение которых требуется студенту для успешного освоения дисциплины «Основы теории цепей». Так как количество и номера понятий для каждого студента разные, то учебный материал для каждого студента будет различаться, что является основополагающим принципом при построении индивидуальной адаптивной траектории обучения. Если одного курса дополнительных занятий недостаточно, то проводится второй курс, третий и т.д.

### Заключение

По результатам проведённого исследования можно сделать следующие выводы и рекомендации:

1) для успешного освоения профессионально-направленных дисциплин радиотехнического профиля необходимо владение физическими понятиями, такими как «ток», «напряжение» и т.д., причём каждое из этих понятий в равной мере влияет на степень освоения профильного курса;

2) понятия курса физики также взаимосвязаны между собой, учёт этой взаимосвязи позволяет в полной мере оценить знания по курсу физики, с которыми студенты приходят к началу профильной дисциплины;

3) математическое моделирование адаптивной траектории обучения на основе когнитивной карты взаимосвязей дисциплины «Физика» и профессионально-направленной дисциплиной позволяет спрогнозировать результаты обучения студента и, если они не удовлетворяют требованиям преподавателя, скорректировать их, например, в рамках самостоятельной работы студентов, для этого, прежде чем приступить к освоению профильного курса, необходимо:

- оценить знания понятий курса физики;
- разработать индивидуальную траекторию дополнительного обучения студента тем понятиям, знания которых недостаточны;
- оценить знания понятий курса физики после дополнительного обучения, при необходимости скорректировать курс дополнительного

обучения студента до тех пор, пока знания не станут удовлетворительными.

### Литература

1. Рыжкова М.Н. Когнитивный подход к моделированию образовательного процесса // Динамика сложных систем – XXI век. 2016. №2. С. 58–67.
2. Рыжкова М.Н., Кутарова Е.И. Когнитивное моделирование результатов образовательной деятельности // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2016. №2, С. 79-86.
3. Симанков В.С., Пулято М.М. Исследование методов когнитивного анализа // Перспективы развития информационных технологий. 2013. №13. [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-metodov-kognitivnogo-analiza> (дата обращения: 03.04.2020).
4. Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктурированными системами (ситуациями) // УБС. 2006. № 16. [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnoe-modelirovanie-dlya-resheniya-zadach-upravleniya-slabostruktirovannymi-sistemami-situatsiyami> (дата обращения: 03.04.2020).
5. Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И., Максимов В.И. Когнитивный подход в управлении // Проблемы управления. 2007. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnyy-podhod-v-upravlenii> (дата обращения: 03.04.2020).
6. Кулинич А.А. Компьютерные системы моделирования когнитивных карт: подходы и методы // Проблемы управления. 2010. №3. [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternye-sistemy-modelirovaniya-kognitivnyh-kart-podhody-i-metody> (дата обращения: 03.04.2020).
7. Кулинич А.А. Систематизация когнитивных карт и методов их анализа // Тр. VII междунар. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуации (CASC'2007)», Москва, ИПУ РАН. 2007. С. 50–57.
8. Кузнецов О.П. Когнитивное моделирование слабоструктурированных ситуаций // Искусственный интеллект — проблемы и перспективы. Политехнические чтения. М.: Политехнический музей; РАИИ. 2006. Вып. 7. С. 86–100.
9. Гинис Л.А. Импульсное моделирование на нечетких когнитивных картах // Известия ЮФУ. Технические науки. 2008. № 10. [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/impulsnoe-modelirovanie-na-nechetkih-kognitivnyh-kartah> (дата обращения: 03.04.2020).
10. Лучко О.Н., Маренко В.А. Когнитивное моделирование как инструмент поддержки приня-

тия решений: монография. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2014. 118 с.

11. *Захарова Е.Н., Погорелова М.Н., Чермит К.Д.* Когнитивное моделирование в управлении качеством образования // Среднее профессиональное образование. 2008. № 8. [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnoe-modelirovanie-v-upravlenii-kachestvom-obrazovaniya> (дата обращения: 03.04.2020).

12. *Вокуева Т.А.* Вычисление матрицы взаимовлияния когнитивной карты // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2012. №3 (11). [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vychislenie-matritsy-vzaimovliyaniya-kognitivnoy-karty> (дата обращения: 03.04.2020).

Поступила 4 апреля 2020 г.

13. *Рыжкова М.Н., Павлова С.М.* Разработка программы курса физики с учетом направления подготовки студентов в техническом вузе // Международный журнал экспериментального образования. 2013. № 10, часть 2. С. 215–221.

14. *Рыжкова М.Н., Самохин А.В.* Глоссарий по физике: веление времени // Физическое образование в вузах. 2014. № 2. С. 131–139.

15. *Рыжкова М.Н.* Методика построения информационно-справочной системы по физике // Открытое и дистанционное образование. № 3. 2015. С. 47–53.

English

## COGNITIVE MODELING OF ADAPTIVE LEARNING PATH FOR RADIO ENGINEERING STUDENTS

**Maria Nikolayevna Ryzhkova** – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Department of Physics and Applied Mathematics, Murom Institute (branch) “Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs”.

*E-mail:* [masmash@mail.ru](mailto:masmash@mail.ru).

**Aleksey Aleksandrovich Orlov** – Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, the Head of Department of Physics and Applied Mathematics, Murom Institute (branch) “Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs”.

*E-mail:* [alexeyalexorlov@gmail.com](mailto:alexeyalexorlov@gmail.com).

*Address:* 602264, Russian Federation, Vladimir region, Murom, Orlovskaya St., 23.

*Abstract:* Lately educational system is becoming progressively person-centered system. Customization of methods for constructing educational paths increasingly demands mathematical and algorithmic approach. One of the approaches to customize adaptive learning path is a cognitive approach. It is possible to simulate results of teaching students and harmonize the educational path in the learning process via this method based on student's background knowledge and components interconnection in educational system. Cognitive analysis in process or system modeling involves constructing and researching cognitive map. The article considers basic interconnections between the concepts of physics and radio engineering majors. A cognitive map of interconnections is constructed through the example of "Fundamentals of Circuit Theory" from the analysis of concepts' interconnection. The use of cognitive map makes it possible to predict the background level of knowledge for good-quality learning of major subjects in higher educational institution. To analyze the constructed cognitive map, a pulse research method is used. Experimental research has been performed to predict the knowledge of students in "Fundamentals of Circuit Theory" based on the knowledge of basic concepts of the physics in the academic year. The following conclusions and recommendations can be made based on the results of the research conducted: for successful learning of job-oriented radio engineering majors it is necessary to know physical concepts such as "current," "voltage," etc., and each of these concepts equally affects the degree of mastering the majors; the concepts of physics are also interconnected, consideration of this interrelation enables to fully evaluate the knowledge of physics with which students come to starting point of the major; mathematical modeling of adaptive learning path based on the cognitive map of interconnections between the subject Physics and job-oriented major enables to predict the results of teaching students and if they do not meet the requirements of the teacher then they should be rectified, for example, as part of the students' independent work and before starting to master the major it is necessary: to evaluate the knowledge of the physics concepts of the academic year, to develop an individual path for student additional teaching of those concepts the knowledge of which is insufficient, to evaluate the knowledge of the physics concepts after additional teaching, and, if necessary, to rectify additional student education until the knowledge becomes satisfactory.



*Keywords:* cognitive modeling, pulse method, adaptive learning, mathematical model, concepts of physics, intersubject interconnections.

### References

1. Ryzhkova M.N. Cognitive approach to modeling the educational process. *Dinamika slozhnyh sistem – XXI vek.* 2016. No. 2. Pp. 58–67.
2. Ryzhkova M.N., Kutarova E I. Cognitive modeling of educational activity results. *Radiotekhnicheskie i telekommunikacionnye sistemy.* 2016. No. 2. Pp. 79–86.
3. Simankov V.S., Putyato M.M. Research of methods of cognitive analysis. *Perspektivy razvitiya informacionnyh tekhnologij.* 2013. No. 13. [Electronic source]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-metodov-kognitivnogo-analiza> (accessed: 03.04.2020).
4. Avdeeva Z.K., Kovriga S.V., Makarenko D.I. Cognitive modeling for solving problems of managing weakly structured systems (situations). *UBS.* 2006. No. 16. [Electronic source]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnoe-modelirovanie-dlya-resheniya-zadach-upravleniya-slabostrukturirovannymi-sistemami-situatsiyami> (accessed: 03.04.2020).
5. Avdeeva Z.K., Kovriga S.V., Makarenko D.I., Maksimov V.I. Cognitive approach in management. *Problemy upravleniya.* 2007. No. 3. [Electronic source]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnyy-podhod-v-upravlenii> (accessed: 03.04.2020).
6. Kulnich A.A. Computer systems for modeling cognitive maps: approaches and methods. *Problemy upravleniya.* 2010. №3. [Electronic source]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternye-sistemy-modelirovaniya-kognitivnyh-kart-podhody-i-metody> (accessed: 03.04.2020).
7. Kulnich A.A. Systematization of cognitive maps and methods of their analysis. VII international Conf. "Cognitive analysis and management of situation development (CASC' 2007)". Moscow: IPU RAS, 2007, Pp. 50–57.
8. Kuznetsov O.P. Cognitive modeling of weakly structured situations. *Artificial intelligence-problems and prospects.* Moscow: Polytechnic Museum; RAI. 2006. Issue 7. Pp. 86–100.
9. Ginis L.A. Impulse modeling on fuzzy cognitive maps. *Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie nauki.* 2008. No. 10. [Electronic source]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/impulsnoe-modelirovanie-na-nechetkih-kognitivnyh-kartah> (accessed: 03.04.2020).
10. Luchko O.N., Marenko V.A. Cognitive modeling as a tool to support decision-making: monograph. Novosibirsk: publishing house of SB RAS, 2014. 118 p.
11. Zakharova E.N., Pogorelova M.N., Chermit K.D. Cognitive modeling in education quality management. *Srednee professional'noe obrazovanie.* 2008. No 8. [Electronic source]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnoe-modelirovanie-v-upravlenii-kachestvom-obrazovaniya> (accessed: 03.04.2020).
12. Vokueva T.A. Calculation of the matrix of mutual influence of the cognitive map. *Proceedings of the Komi science center URD RAS.* 2012. No. 3 (11). [Electronic source]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vychislenie-matritsy-vzaimovliyaniya-kognitivnoy-karty> (accessed: 03.04.2020).
13. Ryzhkova M.N., Pavlova S.M. Development of the physics course program taking into account the direction of students' training in a technical University. *Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya.* 2013. No. 10, part 2. Pp. 215–221.
14. Ryzhkova M.N., Samokhin A.V. Glossary of physics: the dictates of time. *Fizicheskoe obrazovanie v vuzah.* 2014. No. 2. Pp. 131–139.
15. Ryzhkova M.N. Method of building an information and reference system for physics. *Otkrytoe i distancionnoe obrazovanie.* No. 3. 2015. Pp. 47–53.