

УДК 37.02

DOI: 10.26140/anip-2020-0903-0036

**ИНФОРМАЦИОННО-КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ КАРТИНА МИРА И ЕЕ ФОРМИРОВАНИЕ  
У СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ**

© 2020

AuthorID: 373852

SPIN: 6444-8902

ResearcherID: I-4605-2014

ORCID: 0000-0001-8166-9299

**Майер Роберт Валерьевич**, доктор педагогических наук, доцент, профессор  
кафедры физики и дидактики физики*Глазовский государственный педагогический институт им. В.Г.Короленко  
(427621, Россия, Глазов, улица Первомайская, 25, ГГПИ, e-mail: robert\_maier@mail.ru)*

**Аннотация.** Обсуждается проблема формирования у студентов педагогических вузов информационно-кибернетической картины мира (Инф.-Киб. КМ) – целостной системы представлений об общих закономерностях сбора, обработки, хранения и передачи информации, а также функционирования технических, биологических и социальных систем управления. Показано, что Инф.-Киб. КМ – важный элемент единой научной картины мира, а формирование учебной Инф.-Киб. КМ в сознании студентов является необходимым условием воспитания будущих учителей. Учебная Инф.-Киб. КМ есть результат адаптации Инф.-Киб. КМ, объединяющей в себе основные идеи информатики и кибернетики. В процессе обучения у студентов формируются индивидуальные образы Инф.-Киб. КМ. В статье обсуждается содержание учебной Инф.-Киб. КМ и предложена логико-смысловая модель, имеющая вид многолучевого графа, вершины которого соответствуют важнейшим понятиям, идеям и теориям. Проанализирован вопрос о связи понятий “энтропия сообщения” и “энтропия физической системы”. В качестве примера наукоемкой образовательной технологии рассмотрено использование компьютера для анализа сложных алгоритмов Маркова и доказательств алгоритмической разрешимости задачи (умножение целых чисел). Показано, что развитие информационно-кибернетического мышления у студентов педвузов осуществляется при изучении дисциплин информационного цикла, отдельных вопросов электроники, робототехники, биологии, физиологии, психологии и педагогики, а также при создании замкнутых и разомкнутых опто-механических цепей управления на базе персонального компьютера.

**Ключевые слова:** дидактика, информатика, картина мира, кибернетика, методика, моделирование.

**INFORMATION-CYBERNETIC PICTURE OF THE WORLD AND ITS FORMATION  
IN THE MINDS OF THE PEDAGOGICAL UNIVERSITY STUDENTS**

© 2020

**Mayer Robert Valerievich**, doctor of Pedagogical Sciences, docent, professor  
of Chair of Physics and Didactic of Physics*Glazov Korolenko State Pedagogical Institute**(427621, Russia, Glazov, Pervomayskaya street, 25, GGPI, e-mail: robert\_maier@mail.ru)*

**Abstract.** The formation problem of the information-cybernetic picture of world (Inf.-Cyb. PW) for the students of pedagogical specialties is discussed. It is an integral system of ideas about the general laws of collecting, processing, storing and transmitting of information, as well as the functioning of technical, biological and social control systems. It is shown that the Inf.-Cyb. PW is an important element of the general scientific picture of the world, and the creation of the educational Inf.-Cyb. PW in the students' minds is a necessary condition for the future teachers training. The educational Inf.-Cyb. PW is the result of the Inf.-Cyb. PW adaptation, which combines the main ideas of computer science and cybernetics. In the course of training, students form individual images of the Inf.-Cyb. PW. The article discusses the content of the educational Inf.-Cyb. PW and offers the logical-semantic model that has the form of multipath graph whose vertices correspond to the most important concepts, ideas and theories. The question of the relationship between the concepts of “message entropy” and “physical system entropy” is analyzed. As an example of science-intensive educational technology, the use of a computer to analyze complex Markov algorithms and prove the algorithmic solvability of the task (multiplying of integers numbers) is considered. It is shown that the development of Inf.-Cyb. thinking of pedagogical universities students is carried out when studying informatics, certain issues of electronics, robotics, biology, physiology, psychology and pedagogy, as well as when creating closed and open opto-mechanical control circuits based on a personal computer.

**Keywords:** didactics, computer science, worldview, cybernetics, methodology, modeling.

**ВВЕДЕНИЕ**

Развитие профессиональных компетенций учителя информатики, физики и математики предполагает формирование у студентов педагогических специальностей информационно-кибернетической картины мира (Инф.-Киб. КМ) как важной составляющей единой научной картины мира. Информационная картина мира возникла в середине XX в. при анализе технических, биологических, социальных систем и информационных процессов различной природы с позиций информационно-кибернетического подхода [1]. Инф.-Киб. КМ тесно связана с вещественно-энергетической (или естественнонаучной) картиной мира и технической картиной мира.

Цель статьи – определить понятие учебной информационно-кибернетической картины мира, установить ее содержание и обсудить особенности ее формирования у студентов педагогических вузов. Методологической основой исследования являются работы Б.М. Величковского [2], И.А. Зимней [3], П.М. Эрдниева и Б.П. Эрдниева [4], В.Э. Штейнберга [5], Т.В. Минькович [6] (дидактика), В.В. Губарева [7], М.П. Лапчика, М.И.

Ригулиной и И.Г. Семакина [8], К.Ю. Полякова и Е.А. Еремина [9], И.В. Роберт [10], Б.В. Соболя, А.Б. Галина, Ю.В. Панова, Е.В. Рашидовой и Н.Н. Садовой [11] (методика преподавания информатики), Л.В. Розановой [12], Д.А. Новикова [13], Н. Wiener [14] (кибернетика), Н.А. Кузнецова, О.Е. Баксанского и Н.А. Гречишкиной [15], Л.В. Моисеева [16], С.Н. Гринченко [17], О.В. Красновой и А.А. Краснова [18] (информационно-кибернетический подход).

**1. ПОНЯТИЕ УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА**

Существующая в сознании ученых информационно-кибернетическая картина мира (Инф.-Киб. КМ) является частью единой научной картины мира (КМ), в которую она входит вместе с естественнонаучной КМ, исторической, социально-экономической и технической КМ, образуя целостную систему. Инф.-Киб. КМ включает в себя совокупность теорий, позволяющих понять сущность информационных процессов и функционирование кибернетических систем, важнейшие принципы и идеи информатики, кибернетики, искусственного интеллекта

(ИИ), робототехники (рис. 1.1). Она связана с технической картиной мира, включающей в себя закономерности развития технических объектов и дающей обобщенное представление о принципах их работы. Ученые-методисты осуществляют адаптацию Инф.-Киб. КМ к условиям обучения, получая упрощенную учебную Инф.-Киб. КМ, находящуюся в сознании преподавателей информационных дисциплин. В процессе изучения составляющих ее элементов у студентов формируются индивидуальные образы Инф.-Киб. КМ, которые являются упрощенными “слепокми” с научной Инф.-Киб. КМ, развивается информационно-кибернетическое мышление.

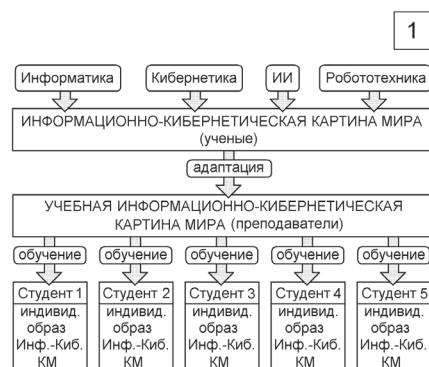


Рисунок 1 - К вопросу о формировании у студентов информационно-кибернетической картины мира

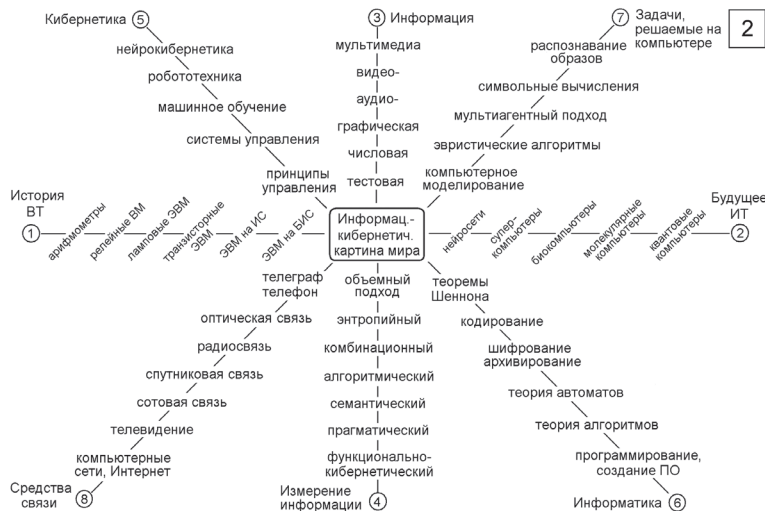
Необходимость формирования учебной Инф.-Киб. КМ у школьников и студентов обусловлена следующим. При анализе технических, биологических и социальных систем студенты используют понятия “информация”, “кодирование”, “пропускная способность”, “управление”, “обратная связь” и т.д., обсуждают разнообразные информационные процессы и цепи управления, которые, не смотря на различную природу, подчиняются общим закономерностям. Для повышения системности знаний необходимо сформировать целостный взгляд на функционирование информационных и кибернетических систем, изучить фундаментальные принципы обработки, хранения и передачи информации, установить соответствующие межпредметные связи, выработать единый подход к анализу информационных процессов различной природы.

В педагогическом вузе учебная Инф.-Киб. КМ формируется в первую очередь при изучении дисциплин, входящих в модуль “Информатика”.

К ним относятся “Информатика”, “Программирование”, “Искусственный интеллект”, “Базы знаний”, “Основы робототехники”, “Операционные системы”, “Сети и Интернет-технологии”, “Практикум по решению задач на ЭВМ”, “Теоретические основы информатики”, “Информационные системы”, “Архитектура компьютера”, “Компьютерное моделирование”, “Основы искусственного интеллекта”. Ядро Инф.-Киб. КМ образуют фундаментальные понятия, идеи и принципы обработки информации и функционирования кибернетических систем, например: формула Хартли-Шеннона, теоремы Шеннона о передаче сообщений по каналу связи, методы кодирования, архивирования, шифрования и др. Периферия учебной Инф.-Киб. КМ включает в себя знания о физических принципах работы и характеристиках устройств, обрабатывающих информацию: процессора, ОЗУ, шифратора, магнитного накопителя и т.д., а также примеры использования основных идей информатики и кибернетики для объяснения технологических, биологи-

ческих и социальных процессов. Кроме того, Инф.-Киб. КМ содержит фундаментальные идеи, присущие любой научной КМ: принципы причинности, наблюдаемости, соответствия, симметрии, оптимальности, запрета.

Для визуализации содержания учебной Инф.-Киб. КМ будем использовать логико-смысловое моделирование (ЛСМ), основоположником которого является В.Э. Штейнберг [4]. Этот метод заключается в представлении содержания некоторой области знаний с помощью многолучевого графа, вершинами которого являются понятия или дидактические единицы, а ребра символизируют связи между ними. Для создания ЛС-модели выписывают ключевые понятия и выделяют “силовые



информационные линии”, вокруг которых группируются дидактические единицы, образующие разнородные смысловые группы [5]. Один из возможных вариантов логико-смысловой модели информационно-кибернетической КМ представлен на рис. 1.2. В пространстве признаков выделены основные смысловые координаты: 1) прошлое вычислительной техники; 2) будущее компьютерной технологии; 3) виды информации; 4) методы измерения информации; 5) кибернетика; 6) информатика; 7) задачи, решаемые на компьютере; 8) средства связи.

## 2. К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ПОНЯТИЙ “ИНФОРМАЦИЯ” И “ЭНТРОПИЯ”

Центральный вопрос Инф.-Киб. КМ связан с определением информации (И.) и методов ее измерения. Термин «информация» появился в XIX в. от слова «forme» (форма) и означал что-то оформляющее и упорядочивающее [9, 11]. Некоторые ученые абсолютизируют И., утверждая, что окружающие нас объекты якобы созданы из И., другие отрицают существование И. как материальной субстанции. В настоящее время существуют три подхода к понятию И.: 1) атрибутивный (философия, физика): И. – разнообразие, отраженное в любых объектах и процессах, семантическое свойство материи, ее неотъемлемый атрибут. И. является организующим началом в живой и неживой природе, она существовала и будет существовать всегда; 2) функциональный (кибернетика, физиология и биология): И. – форма отражения и функция управления, существующая только в кибернетических системах. И. реализует функцию управления в биологических, социальных и социотехнических (человеко-машинных) системах. В системах, не достигших уровня психического развития, понятия “информация” и “сигнал” эквивалентны; 3) антропоцентрический подход (лингвистика, социология, психология): И. существует в сознании людей, то есть в системах, достигших психического уровня развития; это смысловое содержание сообщения, полученного из внешнего мира, а не физические свойства каких-то сигналов (световых, звуковых и т.д.).

Некоторые сторонники атрибутивного подхода ошибочно утверждают, что существует “матрица” (ЗУ боль-

шого объема), в которой хранится информация о координатах и скоростях всех микрочастиц Вселенной. При этом предполагается наличие измерительного устройства (ИУ), непрерывно осуществляющего измерения и записывающее их результаты в “матрицу”. Современная наука утверждает, что это невозможно, так как: 1) нельзя объяснить функционирование подобного ИУ и “матрицы”; 2) нельзя указать область Вселенной, где они расположены; 3) любое измерение осуществляется с погрешностью и требует времени; 4) в процессе измерения происходит взаимодействие ИУ с микрочастицей, при котором она изменяет свое состояние; 5) невозможно объяснить образование ИУ и “матрицы”, учитывая, что на ранних стадиях развития Вселенной температура превышала  $10^{12}$  К. Таким образом, говорить о существовании “матрицы” бессмысленно.

Для повышения системности знаний следует устанавливать межпредметные связи. Например, можно показать, как понятие “энтропия сообщения” связана с энтропией физической системы. Пусть в сосуде объемом  $V$  находятся  $N$  молекул газа. Разобьем сосуд на  $s$  одинаковых элементарных объемов и подсчитаем число молекул  $n_i$  в каждом  $i$ -том объеме ( $i = 1, 2, \dots, s$ ). Описать состояние этой системы можно с помощью сообщения, состоящего из  $s$  чисел. Его энтропия является мерой беспорядка в системе. Она вычисляется по формуле, аналогичной формуле Шеннона:

$$H = -\sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \ln\left(\frac{n_i}{N}\right) = -\sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i),$$

где  $p_i = n_i/N$  и  $N = n_1 + n_2 + \dots + n_s$ . Если молекулы распределены совершенно беспорядочно и однородно, то  $N/n_i = s$  и энтропия равна  $H = \ln(s) = \ln(N/n_i) = -\ln(p_i)$ . При максимальной упорядоченности системы все  $N$  молекул находятся внутри одного  $k$ -ого элементарного объема ( $p_k = 1$ ;  $p_j = 0$ , когда  $j$  не равно  $k$ ); энтропия  $H$  равна 0.

### 3. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА

Под методикой формирования Инф.-Киб. КМ будем понимать совокупность принципов, форм и методов организации обучения, позволяющих создать в сознании школьников или студентов ее основные компоненты и связи между ними. При этом используются важнейшие общедидактические принципы: научности, доступности, наглядности, последовательного усложнения изучаемого материала, структурно-логической организации обучения, последовательности и систематичности, сознательности, самостоятельности и активности, непрерывности и преемственности, профильной направленности, единства конкретного и абстрактного, связи теории и практики, продуктивности и надежности обучения, индивидуального и группового подхода. Так же может быть использован модульный принцип обучения, при котором учебный материал разбивается на отдельные модули (например, “Кодирование текстовой информации”, “Системы счисления” и т.д.), а модули – на дидактические единицы [4].

Для формирования у студентов педвуза взаимосвязанных и разносторонних знаний, умений и навыков, связанных с Инф.-Киб. КМ, следует использовать наукоемкие образовательные технологии, включающие в себя психологические, общепедагогические и дидактические методы, опирающиеся на применение компьютерной техники. Например, при изучении теории алгоритмов традиционная методика обучения может сочетаться с компьютерным моделированием машины Поста (МП), машины Тьюринга (МТ) и нормальных алгоритмов Маркова (НАМ), рассмотренным в учебном пособии [19]. Предлагаемые программы на языке Pascal реализуют соответствующий алгоритм и помогают ответить на вопрос об алгоритмической разрешимости обсуждаемой задачи. Преимущество подобных компьютерных моделей состоит в том, что они позволяют в течение одного занятия проанализировать несколько довольно сложных

алгоритмов для МП (МТ или НАМ), выполняющих от 50 до 100 шагов при различных входных данных. Сделать то же самое вручную (на доске или в тетради) весьма затруднительно и это потребует больших временных затрат.

Информационно-кибернетическое мышление студентов развивается не только при изучении информационных дисциплин. Например:

1. На занятиях по электронике студенты знакомятся с работой цифровых микросхем и узлами ЭВМ (логические элементы, триггеры, шифратор, дешифратор, сумматор, мультиплексор, демультиплексор, ЦАП, АЦП), изучают принцип действия ЭВМ, методы обработки информации, принципы радиосвязи, телевидения, сотовой связи.

2. На занятиях по робототехнике студенты учатся создавать роботов, которые позволяют реализовать замкнутые и разомкнутые цепи управления [20]. При этом могут быть созданы следующие кибернетические устройства: 1) робот с ультразвуковым датчиком, который движется до препятствия, а обнаружив его, отъезжает назад, поворачивается на заданный угол, и снова едет вперед; 2) робот с ультразвуковым датчиком, который держится от препятствия на заданном расстоянии; при удалении препятствия робот движется за ним, а при приближении – от него; 3) робот с оптодатчиком, управляемый светом; при увеличении яркости лампы робот отъезжает от нее, а при уменьшении – приближается к ней так, чтобы освещенность оптодатчика оставалась примерно постоянной. Последние два устройства позволяют продемонстрировать гомеостаз.

3. Изучая естественнонаучную картину мира, студенты знакомятся с основными идеями биологической кибернетики, охватывающей общие вопросы управления, хранения, переработки и передачи информации в живых системах, а также методы конструирования искусственных органов. Они узнают, что наследование основных признаков предковых форм объясняется биологическими законами передачи генетической информации, закодированной в молекулах ДНК с помощью последовательности нуклеотидов. Каждый организм по отдельности, биоценоз и биосфера в целом являются примерами сложных кибернетических систем, в которых реализуются замкнутые и разомкнутые цепи управления и существует гомеостаз.

4. Изучая физиологию, психологию и другие науки о человеке, студенты знакомятся с идеями биоинформатики, медицинской и психологической кибернетики, позволяющими объяснить работу дыхательной, сердечно-сосудистой, пищеварительной и нервной систем, развитие мышления и памяти. Они также узнают, что применение информационно-кибернетического подхода в психологии привело к развитию теории личности и психики [18], в которой человек рассматривается как саморегулирующаяся информационная система, эволюционирующая за счет реализации инфопотребности, а его личность есть результат рефлексии огромного количества инфовоздействий. При этом развитие личности можно представить как изменение принципов информационного поведения.

5. На занятиях по педагогике студенты знакомятся с применением кибернетического подхода в дидактике (кибернетическая педагогика), изучают прямые и обратные связи, образующиеся в дидактических системах, а также принципы программированного обучения и применение компьютеров на уроке.

6. Изучая историю, экономику и социологию, студенты получают знания о методах управления демографической ситуацией, экономикой и обществом в целом, на конкретных примерах знакомятся с обратными связями, возникающими вследствие проведения тех или иных реформ.

При работе над курсовыми и дипломными проектами студенты могут создавать и экспериментально изучать



следующие кибернетические системы на базе ПЭВМ [21, 22]: 1) разомкнутая и замкнутая система управления двигателем; 2) система автоматического регулирования скорости вращения; 3) замкнутая опто-электронная система автоматического управления освещенностью; 4) модель управления технологическим процессом.

#### ВЫВОДЫ

В статье обоснована необходимость использования понятия “учебная информационно-кибернетическая картина мира” и проанализирована проблема ее построения в сознании школьников и студентов. При этом определено ее содержание, представлена логико-семантическая модель, обсуждены особенности ее формирования у студентов педагогических специальностей. Показано, что информационно-кибернетическая картина мира включает в себя основные положения теорий информации, кодирования, связи, управления, компьютерного моделирования, алгоритмизации, программирования, робототехники, а также физические принципы работы различных информационных и кибернетических устройств. Проанализированы различные аспекты понятия “информация”, обсужден вопрос о связи понятия “энтропия” в информатике и физике. Для повышения интереса студентов и активизации их учебно-познавательной деятельности предложена компьютерная программа, реализующая нормальный алгоритм Маркова и позволяющая проверить различные задачи на предмет их алгоритмической разрешимости. Кроме того, выявлены особенности формирования информационно-кибернетической картины мира при изучении дисциплин информационного, естественнонаучного и гуманитарного циклов в педагогическом вузе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Данилова В.С., Кожеевников Н.Н. Этапы становления информационной картины мира // Вестник ЯГУ. 2009. Том 6, № 4. С. 109–112.
2. Величковский Б. М. Когнитивная наука: Основы психологии познания: в 2 т. Т. 1. М.: Смысл: Академия, 2006. 448 с.
3. Зимняя И.А. Педагогическая психология: учебник для вузов. М.: Московский психолого-социальный институт; Воронеж: НПО «МОДЭК», 2010. 448 с.
4. Эрднеев П.М., Эрднеев Б.П. Укрупнение дидактических единиц в обучении математике. М.: Просвещение, 1986. 255 с.
5. Штейнберг В.Э. Дидактические многомерные инструменты: Теория, методика, практика. М.: Народное образование, 2002. 304 с.
6. Минькович Т.В. О пользе кибернетических аналогий в дидактике // Информатизация образования и науки. №4 (8). 2010. С. 142–156.
7. Губарев В.В. Информатика: прошлое, настоящее, будущее. М.: Техносфера, 2011. 432 с.
8. Лапчик М.П. Методика обучения информатике. Учебное пособие / М.П. Лапчик, М.И. Ригулина, И.Г. Семакин. СПб.: Лань, 2018. 392 с.
9. Поляков К.Ю. Информатика. Углубленный уровень: учебник для 11 класса: в 2 ч. / К.Ю. Поляков, Е.А. Еремич. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
10. Роберт И.В. Дидактика периода информатизации образования // Информационно-коммуникационные технологии в образовании. 2014. № 8. С. 110–118.
11. Соболев Б.В. Информатика: учебник / Б.В. Соболев, А.Б. Галин, Ю.В. Панов, Е.В. Рашидова, Н.Н. Садовой. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. 446 с.
12. Розанова Л. В. Основы кибернетики: конспект лекций. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. 60 с.
13. Novikov D.A. Cybernetics: From Past to Future. Heidelberg: Springer, 2016. 107 p.
14. Wiener N. Cybernetics or the Control and Communication in the Animal and the Machine. Cambridge: The Technology, 1948. 194 p.
15. Кузнецов Н.А., Баксанский О.Е., Гречишкина Н.А. Фундаментальное значение информатики в современной научной картине мира // Информационные процессы. Том 6. № 2. 2006. С. 81–109.
16. Моисеева Л.В. Естественнонаучная картина мира как компонент профессиональной подготовки // Образование и наука. 2007. № 2 (44). С. 3 – 12.
17. Гринченко С.Н. Информатико-кибернетический подход в проблемах естествознания // Системы и средства информ., 2006, спецвыпуск. С. 299–324.
18. Краснова О.В., Краснов А.А. Информационно-кибернетические теории как пример продуктивного применения информационного подхода в исследовании процесса развития личности // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2013. № 3 (7). С. 244–250.
19. Майер Р.В. Компьютерное моделирование: учебно-методическое пособие для студентов педагогических вузов. Глазов: Глазов. гос. пед. ин-т, 2015. 620 с.

20. Кельдышев Д.А. Робототехника в инженерных и физических проектах: Учебное пособие / Д.А. Кельдышев, Ю.В. Иванов, В.А. Саранин. – Глазов: ООО «ПринтТорг», 2018. 84 с.

21. Майер Р.В. Самоадаптирующаяся оптоэлектронная САУ на базе ПЭВМ // Научная жизнь. 2011. № 1. С. 51–52.

22. Майер Р.В. Экспериментальное изучение систем автоматического управления на базе ПЭВМ // Apriori. Серия: естественные и технические науки. 2014, № 5. С. 1–12.

Статья поступила в редакцию 30.01.2020

Статья принята к публикации 27.08.2020