

Роберт Валерьевич Майер

Глазовский государственный педагогический институт имени В. Г. Короленко, доктор педагогических наук,
доцент, профессор кафедры физики и дидактики физики, Глазов, Россия
e-mail: robert_maier@mail.ru

О формировании информационно-кибернетического мышления у студентов педагогических вузов

Аннотация. В статье рассмотрена актуальная проблема развития информационно-кибернетического мышления у студентов педагогических специальностей. В результате: 1) определено содержание понятия «информационно-кибернетическое мышление» и обоснована необходимость его использования при изучении вопросов информатики и кибернетики; 2) предложена методическая система формирования информационно-кибернетического мышления, содержащая целевой, содержательный, процессуальный и диагностический компоненты; 3) рассмотрены различные виды учебных заданий, помогающих сформировать информационно-кибернетическое мышление. Показано, что информационно-кибернетическое мышление предполагает: 1) умение применять информационно-кибернетический подход для изучения работы сложных систем; 2) алгоритмическое мышление, т. е. умение создавать алгоритмы и программировать компьютер, умение взаимодействовать с информационными и кибернетическими системами с целью решения практических задач.

Ключевые слова: алгоритмизация, информатика, картина мира, кибернетика, методика, мышление, программирование.

Robert V. Mayer

The Glazov Korolenko State Pedagogical Institute, Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Professor of the Department of Physics and Didactic of Physics, Glazov, Russia
e-mail: robert_maier@mail.ru

On the Formation of Students' Information-Cybernetic Thinking at Pedagogical Universities

Abstract. The article deals with the actual problem of the development of information-cybernetic thinking among students of pedagogical specialties. As a result: 1) the content of the "information-cybernetic thinking" concept is defined and the necessity of its use while studying computer science and cybernetics is justified; 2) the methodical system for the formation of information-cybernetic thinking is proposed, containing target, content, procedural and diagnostic components; 3) various types of educational tasks that help to form information-cybernetic thinking are considered. It is shown that information-cybernetic thinking involves: 1) the ability to apply the information-cybernetic approach to study the complex systems operation; 2) algorithmic thinking, that is, the ability to create an algorithms and to program a computer, the ability to interact with information and cybernetic systems in order to solve practical problems.

Keywords: algorithmization, informatics, world view, cybernetics, methodology, thinking, programming.

Введение (Introduction)

Имеются основания для выделения двух аспектов организации окружающего мира: вещественно-энергетического и кибернетико-информационного; им соответствует естественно-научная и информационно-кибернетическая (инф.-киб.) картины мира, входящие в состав единой научной картины мира. Развитие инф.-киб. картины мира и соответствующего инф.-киб. мышления — важное условие формирования профессиональных компетенций у студентов педагогических специальностей.

В идеале выпускник педагогического вуза не только усваивает научные знания, но и овладевает профес-

сионально-методическими умениями. Будущие учителя информатики, физики и математики должны владеть информационно-кибернетическим подходом при объяснении функционирования сложных систем, уметь решать типовые задачи по информатике, разбираться в алгоритмах и программах, успешно взаимодействовать с различными электронными устройствами, интернет-ресурсами и т. д., а также объяснять школьникам основные положения информатики и кибернетики. Только владея инф.-киб. мышлением, учитель сумеет развить его у своих учеников.

Цель статьи состоит в определении понятия «информационно-кибернетическое мышление», изучении его связи

с инф.-киб. картиной мира и мировоззрением и развитии методики формирования инф.-киб. мышления при обучении студентов педагогических вузов.

Методы (Methods)

Методологической основой исследования являются работы таких ученых, как В. П. Беспалько [1], В. И. Загвязинский [2] (педагогика); В. Е. Лепский [3], В. П. Мельников и А. Г. Схиртладзе [4], А. В. Чугунов [5], Д. А. Новиков [6], Н. Винер [7] (кибернетика); Ю. В. Бородакий и Ю. Г. Лободинский [8], В. К. Душин [9] (информатика); М. Б. Игнатьев [10], В. П. Соловьев [11] (философия и кибернетика); М. П. Лапчик [12], И. В. Роберт [13] (методика обучения информатике). Использовались теоретические методы исследования: анализ и синтез, индукция и дедукция, качественное моделирование, логические рассуждения.

Результаты и обсуждение (Results and Discussions)

1. Понятие «информационно-кибернетическое мышление»

В психологии мышлением называется форма психического отражения объективной реальности, позволяющая человеку обсуждать объекты и получать такие знания об их свойствах, связях и отношениях с другими объектами, которые не могут быть установлены с помощью органов чувств. Этот процесс неразрывно связан с речью. Он совершается в результате мыслительных операций (сравнение, анализ, синтез, конкретизация, обобщение), в ходе которых человек постигает сущность объекта познания [2]. Психологи выделяют следующие основные типы мышления: наглядно-действенное, наглядно-образное и словесно-логическое. Ученые-методисты также используют понятия: физическое, математическое, историческое, пространственное мышление и др. Анализ содержания дисциплин информационно-кибернетического цикла, изучение научно-методической литературы [12; 13] позволили определить *инф.-киб. мышление* как когнитивный процесс установления связей между частями информационных и кибернетических систем, особый способ объяснения их функционирования, предусматривающий: 1) выделение основных блоков, информационных потоков и цепей управления; 2) логическое сведение анализируемых процессов к основным положениям информатики и кибернетики; 3) создание алгоритмов и компьютерных программ; 4) взаимодействие с информационными и кибернетическими системами с целью решения практических задач. Субъектом инф.-киб. мышления проводятся умозаключения и высказываются суждения с использованием понятий «информация», «энтропия», «сигнал», «кодер», «канал связи», «управление», «датчик», «исполнительный орган», «обратная связь», «черный ящик», «робот», «гомеостаз» и т. д.

Инф.-киб. мышление развивается параллельно с формированием *инф.-киб. картины мира* (т. е. инф.-киб. составляющей научной картины мира) — обобщенной модели окружающего мира, включающей в себя представления: 1) об информации и методах ее измерения, общих принципах управления; 2) об алгоритмизации и программировании; 3) о протекании информационных процессов и функционировании кибернетических систем различной

природы. У студента сформированы инф.-киб. картина мира и соответствующее мышление, если он в процессе объяснения окружающих явлений: 1) умеет выявлять и объяснять информационные процессы, используя основные понятия и положения информатики; 2) применяет знания о методах кодирования числовой, текстовой, графической, видео- и аудиоинформации; 3) умеет создавать алгоритмы и компьютерные программы; 4) знает физическую сущность информационных процессов; 5) умеет объяснять работу кибернетических систем, выделяя основные блоки, прямые и обратные связи, используя принципы кибернетики; 6) взаимодействует с информационными и кибернетическими системами для решения практических задач.

На основе инф.-киб. картины мира, инф.-киб. мышления, а также системы ценностей и убеждений, возникающих в результате взаимодействия студента с различными информационными и кибернетическими системами и обсуждения их функционирования с другими людьми, у них формируется *инф.-киб. мировоззрение*. Эта составляющая научного мировоззрения включает в себя объективный компонент (инф.-киб. картину мира как предметную основу) и субъективный компонент (систему ценностей и убеждений, т. е. эмоционально окрашенных знаний). Всё это доказывает полезность понятия «инф.-киб. мышление» и целесообразность его использования в дидактике.

2. Методика формирования инф.-киб. мышления

Изучение научной и учебно-методической литературы [4; 5; 9] позволило установить, что инф.-киб. мышление состоит из двух составляющих: 1) умения применять инф.-киб. подход для анализа и синтеза информационно-кибернетических систем; 2) алгоритмического мышления как совокупности мыслительных действий, приводящих к созданию алгоритма или компьютерной программы, решающей данную задачу. Предлагаемая методическая система развития инф.-киб. мышления создана на основе известных подходов к преподаванию информатики и кибернетики [12; 13]. Она включает в себя целевой, содержательный, процессуальный и диагностический компоненты:

1. *Целевой компонент* содержит: 1.1. Цель: сформировать в сознании студентов инф.-киб. мышление, состоящее в умении объяснять происходящие вокруг процессы, применяя основные понятия и положения информатики и кибернетики; 1.2. Задачи: развить у студентов: 1) способность анализировать информационно-кибернетические системы, используя инф.-киб. подход; 2) умение решать типовые задачи по информатике и кибернетике; 3) умение создавать алгоритмы и программировать электронные устройства; 4) умение взаимодействовать с информационными и кибернетическими системами.

2. *Содержательный компонент* методической системы включает в себя различные типы учебных заданий (см. табл. на с. 132), выполнение которых приведет к формированию соответствующих интеллектуальных умений.

3. *Процессуальный компонент* состоит из форм, средств и методов организации учебного процесса, а также применяемой методики. 3.1. Формы: мультимедийная лекция, семинар, лабораторный практикум в лаборатории электроники,

занятия в компьютерном классе. 3.2. Средства: лекционная аудитория, лаборатория электроники, компьютерный класс, учебно-методические материалы, программное обеспечение, оборудование для выполнения лабораторных работ, мультимедийный проектор с экраном, интерактивная доска. 3.3. Методы: словесные, наглядные, практические, проблемно-поисковые, методы мультимедийного изложения учебного материала, устного и письменного опроса, управляемых открытий. 3.4. Методика: 1) модульное обучение; 2) проблемное и развивающее обучение; 3) логико-информационный подход; 4) деятельностный подход; 5) применение

научных образовательных технологий; 6) углубление межпредметных связей между информатикой, кибернетикой, физикой, техникой, биологией и социальными науками; 7) активизация мыслительной деятельности, формирование познавательного интереса.

4. *Диагностический компонент.* Диагностика результатов обучения осуществляется методом устного опроса и тестирования, в ходе которого проверяется сформированность компонентов инф.-киб. мышления (т. е. способность выполнять задания, соответствующие направлениям, перечисленным в таблице).

Формирование компонентов инф.-киб. мышления

№ п/п	Компоненты инф.-киб. мышления	Направленность учебных заданий
1	Умение применять инф.-киб. подход	1) овладение системным подходом; 2) применение основных положений информатики и кибернетики; 3) обсуждение принципа действия различных информационных и кибернетических систем; 4) «изобретение» информационно-кибернетических систем с заданными свойствами; 5) вычисление энтропии опыта и количества информации в сообщении; 6) кодирование и декодирование сообщений; 7) системы счисления, кодирование чисел; 8) создание префиксных кодов; 9) логические элементы и комбинационные схемы; 10) «изобретение» информационной или кибернетической системы, решающей определенную задачу
2	Алгоритмическое мышление	1) анализ алгоритма или программы, предсказание результата их выполнения; 2) создание алгоритма, решающего определенную задачу; 3) написание компьютерных программ, которые решают уравнения, моделируют различные системы, вычисляют производные и интегралы, строят графики и т. д.; 4) применение нормальной системы подстановок Маркова; 5) программирование машин Поста и Тьюринга; 6) анализ работы детерминированного и вероятностного автоматов; 7) создание текстовых, аудио-, фото- и видеофайлов, презентаций; 8) работа в электронных таблицах и базах данных; 9) использование поисковой системы, электронного переводчика, словаря; 10) взаимодействие с электронной почтой, социальными сетями, другими интернет-ресурсами и т. д.; 11) использование сотового телефона, подключение периферийных устройств к компьютеру, программирование роботов, установка программного обеспечения и т. д.

Важным профессиональным качеством учителя является умение излагать свои мысли, рассуждать и объяснять учебный материал. Поэтому формирование компетенций педагога предполагает развитие у студентов устной и письменной речи, являющейся материальным результатом мыслительной деятельности. Студенты должны учиться устно объяснять новый материал, решение задачи, анализировать работу систем управления, используя научную терминологию, логические рассуждения, ссылаясь на важнейшие идеи информатики и кибернетики.

3. Содержательный компонент методической системы

Как известно, мышление в конкретной предметной области формируется в процессе: 1) изучения соответствующей системы рассуждений и логических доказательств; 2) выполнения интеллектуальных заданий, требующих проведения рассуждений; 3) устного обсуждения отдельных вопросов соответствующей дисциплины, написания рефератов и других письменных работ. В педаго-

гическом вузе инф.-киб. мышление развивается в первую очередь при изучении информационных дисциплин: «Информатика», «Программирование», «Сети и Интернет-технологии», «Искусственный интеллект», «Основы робототехники», «Теоретические основы информатики», «Информационные системы», «Архитектура компьютера», «Основы искусственного интеллекта» и др. Анализ конкретных систем управления должен сопровождаться использованием научной терминологии и обсуждением фундаментальных законов кибернетики.

1. *Формирование умения использовать инф.-киб. подход.* Применение инф.-киб. подхода при изучении некоторого объекта предполагает его системный анализ, выявление управляющей и управляемой подсистем, информационных потоков, цепей управления и обратных связей, объяснение его функционирования с помощью основных идей информатики и кибернетики. Для развития этой способности необходимо познакомить студентов — будущих учителей информатики с системным подходом и несколько раз применить его при анализе различных информационных

и кибернетических систем. Сущность системного подхода заключается в том, что любой объект рассматривается как система, т. е. совокупность взаимосвязанных элементов (подсистем), имеющая выход (цель), вход (ресурсы, управляющие воздействия), связь с внешней средой и обратную связь. В рамках системного подхода используются: 1) принцип целостности, 2) принцип иерархичности, 3) принцип структуризации, 4) принцип множественности описания, 5) принцип системности. В работе А. В. Чугунова [5, с. 37] перечислены восемь аспектов системного подхода. Из них следует, что для анализа системы S необходимо: 1) выявить элементы, составляющие S; 2) установить связи между элементами, представить внутреннее строение системы S; 3) определить функции, для выполнения которых предназначена S; 4) установить цели и подцели системы S; 5) выявить ресурсы, требующиеся для решения системой S той или иной проблемы; 6) определить свойства S, обеспечивающие ее целостность и особенность; 7) выявить внешние связи S с окружающей средой (другими системами); 8) изучить условия возникновения S, ее прошлое, настоящее и возможные перспективы развития.

Формирование умения использовать инф.-киб. подход может осуществляться при изучении различных дисциплин:

1. На занятиях по информатике и кибернетике студенты изучают функционирование различных автоматических и автоматизированных систем, таких как регулятор скорости Уатта, терморегулятор, компьютер, система спутникового телевидения, система машинного обучения нейросети, система кодирования и декодирования, искусственный интеллект, различные типы роботов и т. д.

2. На занятиях по электронике студенты знакомятся с принципом действия логических элементов, триггеров, согласованной работой процессора, оперативного запоминающего устройства (ОЗУ), постоянного запоминающего устройства (ПЗУ), внешних запоминающих устройств (ЗУ), устройств ввода-вывода, изучают принципы функционирования компьютера, систем радиосвязи, телевидения и др.

3. При изучении курса «Естественно-научная картина мира» студенты овладевают основными идеями биологической кибернетики, методами конструирования искусственных органов, биологическими законами передачи генетической информации, закодированной в молекулах ДНК, ее роли в последующем развитии организма и т. д.

4. Изучая физиологию, психологию и другие науки о человеке, студенты осваивают важнейшие положения биоинформатики, медицинской и психологической кибернетики, учатся с их помощью объяснять работу дыхательной, сердечно-сосудистой, пищеварительной, нервной систем и т. д.

5. На занятиях по психологии преподаватель может рассказать о теории личности и психики, согласно которой человек — это саморегулирующаяся информационная система, развивающаяся за счет реализации инфопотребности. Личность — это результат осмысления огромного количества инфовоздействий, а ее развитие можно рассматривать как изменение принципов информационного поведения.

6. На занятиях по педагогике студенты обсуждают основные идеи педагогической кибернетики, анализируют прямые и обратные связи, возникающие в системе «учи-

тель — ученики» [14, с. 553–574], возможности программированного обучения и применения автоматизированных обучающих систем.

7. На занятиях по истории, социологии, обществоведению студенты знакомятся с методами управления отдельными отраслями экономики и обществом в целом, учатся выявлять обратные связи, возникающие из-за научно-технического прогресса, экономических реформ, войн, эпидемий и т. д.

Для развития механизмов мышления недостаточно познакомиться с известными рассуждениями о функционировании сложных систем — необходимо самостоятельно выполнять соответствующие интеллектуальные задания. Вузский курс информатики содержит достаточное количество учебных задач по темам: «Энтропия и количество информации», «Кодирование и декодирование сообщений», «Системы счисления», «Кодирование чисел», «Префиксный код Шеннона — Фано», «Код Хаффмана», «Детерминированные автоматы», «Машина Поста», «Машина Тьюринга», «Нейросети», «Логические элементы и функции», «Комбинационные схемы» и т. д. Также студентам могут быть предложены учебные задания на «изобретение» информационно-кибернетических систем, предназначенных для решения определенных задач. Например, нужно разработать систему стабилизации полета ракеты, состоящую из гироскопа с датчиками поворота, акселерометра, электронного устройства управления и исполнительных устройств, поворачивающих руль и изменяющих подачу топлива в двигатель. Выполнение этих и других учебных заданий должно сопровождаться их обсуждением с использованием соответствующей терминологии, проведением логических рассуждений, опирающихся на основные положения информатики и кибернетики. При этом всякое целенаправленное поведение анализируемой системы рассматривается как результат управления, обсуждаются способы кодирования информации, адаптация сложных систем, гомеостаз и т. д.

2. *Формирование алгоритмического мышления.* Важной составляющей инф.-киб. мышления является алгоритмическое мышление, т. е. совокупность интеллектуальных действий и приемов, в результате которых создается алгоритм решения задачи. К ним относятся: разбиение анализируемой проблемы на блоки (подзадачи), их решение с последующей детализацией и сведением к определенной последовательности операций, выполнение которых приведет к решению исходной проблемы. Алгоритмическое мышление отличается формальностью, ясностью и логичностью, способностью перейти от расплывчатой идеи к алгоритму — дискретной последовательности элементарных операций, преобразующих информацию или материю, выполнение которых позволит достичь цели. Этот вид мышления развивается в процессе обсуждения различных алгоритмов и программирования сложных кибернетических устройств (компьютера, робота, процессора Arduino, сотового телефона и т. д.).

Для формирования алгоритмического мышления студенты выполняют следующие задания: 1) анализируют работу известного алгоритма или программы, предсказывая результат (числа, символы, графические изображения);

2) самостоятельно создают алгоритм, решающий определенную задачу; 3) пишут компьютерные программы в ABCPascal, Lazarus и других средах, которые решают уравнения, моделируют различные системы, вычисляют производные и интегралы, строят графики функции и т. д.; 4) работают с нормальной системой подстановок Маркова; 5) выполняют задания на программирование машин Поста и Тьюринга; 6) анализируют работу детерминированного и вероятностного автоматов; 7) с помощью прикладных программ создают презентации, текстовые, аудио-, фото- и видеофайлы; 8) работают в электронных таблицах и базах данных; 9) используют поисковую систему, электронный переводчик, словарь; 10) взаимодействуют с электронной почтой, социальными сетями, другими ресурсами сети Интернет; 11) работают с сотовым телефоном, подключают периферийные устройства к компьютеру, программируют роботов и т. д. Это приводит к углублению понятия «алгоритм» и развитию алгоритмической культуры, формированию практических умений взаимодействовать с информационными и кибернетическими системами для решения практических задач.

Алгоритмическое мышление развивается в процессе создания компьютерных программ. Компьютер является сложным кибернетическим устройством, поэтому его программирование — интересная задача. Особый интерес представляет собой работа с компьютерными программами, моделирующими различные информационные или кибернетические процессы и системы. Методом компьютерного моделирования могут быть изучены такие вопросы, как: 1) кодирование, декодирование и шифрование сообщений; 2) функционирование детерминированного и вероятностного автоматов; 3) проверка алгоритмической разрешимости задач с помощью машин Поста и Тьюринга, нормальных алгоритмов Маркова; 4) работа регулятора скорости вращения и других систем управления; 5) функционирование гомеостата Эшби и т. д. [14; 15]. При изучении компьютерных моделей социально-экономических систем можно рассмотреть учебную модель экономического и демографического развития общества, предложенную автором в учебном пособии [14, с. 531–535].

Работая с подобными компьютерными моделями, студенты, с одной стороны, учатся алгоритмизации и про-

граммированию, а с другой — усваивают особенности функционирования моделируемой кибернетической системы. Выполнение подобных заданий на занятии позволяет реализовать интерактивный диалог между студентом и компьютером, визуализировать информацию о состоянии объекта, научиться строить графики различных зависимостей. Всё это способствует развитию умения использовать компьютер для решения разнообразных задач, углубляет межпредметные связи между математикой, физикой и информатикой.

Заключение (Conclusions)

Новизна работы состоит в том, что: 1) определено содержание понятия «информационно-кибернетическое мышление» и показана целесообразность его использования в дидактике; 2) предложена методическая система формирования инф.-киб. мышления, содержащая целевой, содержательный, процессуальный и диагностический компоненты; 3) проанализированы различные аспекты формирования у студентов алгоритмического мышления и умения использовать инф.-киб. подход. Показано, что под инф.-киб. мышлением следует понимать: 1) способность объяснять функционирование различных информационно-кибернетических систем путем выявления основных блоков, информационных потоков и цепей управления; 2) умение решать типовые задачи по теоретическим основам информатики и кибернетики; 3) алгоритмическое мышление, умение создавать алгоритмы и программировать электронные устройства; 4) умение взаимодействовать с информационными и кибернетическими системами с целью решения практических задач. Для его формирования предусмотрено выполнение учебных заданий на: 1) теоретическое изучение и применение положений, составляющих ядро инф.-киб. картины мира; 2) решение профессионально ориентированных задач по теоретическим основам информатики и кибернетики; 3) вербальное, математическое и компьютерное моделирование изучаемых систем; 4) алгоритмизацию и программирование различных устройств; 5) «изобретение» информационных и кибернетических систем с заданными свойствами и объяснение их работы; 6) создание технических систем и их экспериментальное изучение.

Библиографический список

1. Беспалько В. П. Киберпедагогика — вызов XXI века // Народное образование. 2016. № 7–8. С. 109–118.
2. Загвязинский В. И. Теория обучения: современная интерпретация : учеб. пособие. М. : Академия, 2001. 192 с.
3. Лепский В. Е. Экономическая кибернетика саморазвивающихся сред (кибернетика третьего порядка) // Управленческие науки. 2015. № 4. С. 22–33.
4. Мельников В. П., Схиртладзе А. Г. Исследование систем управления : учеб. М. : Юрайт, 2016. 447 с.
5. Чугунов А. В. Социальная информатика : учеб. пособие. СПб. : НИУ ИТМО, 2012. 223 с.
6. Novikov D. A. Cybernetics: From Past to Future. Heidelberg : Springer, 2016. 107 p.
7. Wiener N. Cybernetics or the Control and Communication in the Animal and the Machine. Cambridge : The Technology, 1948. 194 p.
8. Бородакий Ю. В., Лободинский Ю. Г. Эволюция информационных систем (современное состояние и перспективы). М. : Горячая линия — Телеком, 2011. 368 с.
9. Душин В. К. Теоретические основы информационных процессов и систем : учеб. М. : Дашков и К°, 2003. 348 с.
10. Игнатъев М. Б. Кибернетическая картина мира : учеб. пособие. СПб. : ГУАП, 2010. 416 с.
11. Соловьев В. П. Формирование кибернетического мировоззрения // Наука та наукознавство. 2007. № 4. С. 195–204.
12. Методика обучения информатике : учеб. пособие / М. П. Лапчик, М. И. Рагулина, И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер ; под ред. М. П. Лапчика. 2-е изд., стер. СПб. : Лань, 2018. 392 с.

13. Роберт И. В. Дидактика периода информатизации образования // Педагогическое образование в России. 2014. № 8. С. 110–119.
14. Майер Р. В. Компьютерное моделирование : учеб.-метод. пособие. Глазов : Глазов. гос. пед. ин-т, 2015. 620 с.
15. Майер Р. В. Теоретические основы информатики. Задачи и программы на языке Pascal : учеб. пособие. Глазов : ГГПИ, 2011. 73 с.

References

- Bespal'ko V. P. (2016) Kiberpedagogika — vyzov XXI veka [Cyberpedagogy — the Challenge of the 21th Century]*, *Narodnoe obrazovanie [National Education]*, no. 7–8, pp. 109–118. (in Russian)
- Borodakii Yu. V., Lobodinskii Yu. G. (2011) *Ehvolutsiya informatsionnykh sistem (sovremennoe sostoyanie i perspektivy) [Evolution of Information Systems (Current State and Prospects)]**. Moscow, Goryachaya liniya — Telekom Publ., 368 p. (in Russian)
- Chugunov A. V. (2012) *Sotsial'naya informatika [Social Informatics]**. Saint Petersburg, NIU ITMO Publ., 223 p. (in Russian)
- Dushin V. K. (2003) *Teoreticheskie osnovy informatsionnykh protsessov i sistem [Theoretical Foundations of Information Processes and Systems]**. Dashkov i K° Publ., 348 p. (in Russian)
- Ignat'ev M. B. (2010) *Kiberneticheskaya kartina mira [Cybernetic Picture of the World]**. Saint Petersburg, GUAP Publ., 416 p. (in Russian)
- Lapchik M. P., Ragulina M. I., Semakin I. G., Khenner E. K. (2018) *Metodika obucheniya informatike [Methods of Teaching Computer Science]**. 2nd ed. Saint Petersburg, Lan' Publ., 392 p. (in Russian)
- Lepskii V. E. (2015) *Ehkonomicheskaya kibernetika samorazvivayushchikhsya sred (kibernetika tret'ego porjadka) [Economic Cybernetics of the Self-Developing Environments (The Third Order Cybernetics)]*, *Upravlencheskie nauki [Management Science]*, no. 4, p. 22–33. (in Russian)
- Maier R. V. (2011) *Teoreticheskie osnovy informatiki. Zadachi i programmy na yazyke Pascal [Theoretical Foundations of Computer Science. Tasks and Programs in Pascal]**. Glazov, GGPI Publ., 73 p. (in Russian)
- Maier R. V. (2015) *Komp'yuternoe modelirovanie [Computer Simulation]**. Glazov, Glazovskii gosudarstvennyi pedagogicheskii institut Publ., 620 p. (in Russian)
- Mel'nikov V. P., Skhirtladze A. G. (2016) *Issledovanie sistem upravleniya [Research of Control Systems]**. Moscow, Yurait Publ., 447 p. (in Russian)
- Novikov D. A. (2016) *Cybernetics: From Past to Future*. Heidelberg, Springer Publ., 107 p. (in English)
- Robert I. V. (2014) *Didaktika perioda informatizatsii obrazovaniya [Didactics of the Period of Informatization of Education]*, *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii [Pedagogical Education in Russia]*, no. 8, pp. 110–119. (in Russian)
- Solov'ev V. P. (2007) *Formirovanie kiberneticheskogo mirovozzreniya [Formation of a Cybernetic Worldview]**, *Nauka ta naukoznastvo [Nauka ta Naukoznastvo]**, no. 4, pp. 195–204. (in Russian)
- Wiener N. (1948) *Cybernetics or the Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge, The Technology Publ., 194 p. (in English)
- Zagvyazinskii V. I. (2001) *Teoriya obucheniya: sovremennaya interpretatsiya [Learning Theory: Modern Interpretation]**. Moscow, Akademiya Publ., 192 p. (in Russian)

* Перевод названий источников выполнен автором статьи / Translated by the author of the article.