

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

УДК 372.853
ББК 4426.223-24

ГРНТИ 14.25.07

Код ВАК 13.00.02

Ильин Иван Вадимович,

кандидат педагогических наук, кафедра мультимедийной дидактики и информационных технологий обучения, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет; 614990, г. Пермь, ул. Пушкина, 42; e-mail: vania_ilin@mail.ru.

Ильин Вадим Владимирович,

кандидат технических наук, доцент, кафедра информационных систем и математических методов в экономике, Пермский государственный национальный исследовательский университет; 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: ilin.vad12@inbox.ru.

ВИДЫ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ И АНАЛИЗ ПРАКТИКИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: физика; методика преподавания физики; методика физики в школе; политехническая направленность; принципы политехнизма; физико-технические знания; метатехнические знания; методы обучения; учебно-познавательная деятельность; школьники.

АННОТАЦИЯ. В статье анализируются виды учебно-познавательной деятельности политехнической направленности курса физики средней школы. Приводится обзор традиционных методов и форм реализации принципа политехнизма (в основном, преобладают объяснительно-иллюстративные (рассказ, объяснение, демонстрация средств наглядности) и репродуктивные методы обучения). Предлагается обновленный вариант видов деятельности, базирующийся на системе источников учебной информации: учебное исследование (объект исследования – природа), работа с объектами «второй» природы (объект исследования – объекты техносферы), работа с книгой, работа с аудио- и видеoinформацией, работа с компьютером, учебная игра (с применением специальных игровых технических объектов, элементов образовательной робототехники, а также объектов и технологии игровой технической виртуальной среды), восприятие и усвоение учебной информации в процессе коммуникации (восприятие и отработка «готового» знания и способов деятельности в общении с учителем, сверстниками, учеными, изобретателями и другими участниками образовательного процесса). Приводятся результаты констатирующего эксперимента, в рамках которого была поставлена задача изучить сложившийся опыт практикующих учителей в использовании предлагаемых видов деятельности в курсе физики средней школы. Безусловными лидерами среди них оказались: рассказ и объяснение учителем конкретных примеров применения физических явлений и законов в технике и принципа действия физических приборов, чтение учебника физики и реже – научно-популярной литературы по технике. Делается вывод о том, что не все учителя систематически используют средства наглядности при изучении вопросов техники, в особенности натурные объекты. К тому же, невелика доля практической деятельности, связанной с работой учащихся с техническими объектами (на занятиях по физике и при подготовке к ним).

Ilin Ivan Vadimovich,

Candidate of Pedagogy, Associate Professor, Department of Multimedia Didactics and Information Technologies in Education, Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia.

Ilin Vadim Vladimirovich,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics, Perm State University, Perm, Russia.

TYPES OF POLYTECHNICAL ACADEMIC AND COGNITIVE ACTIVITY AND ANALYSIS OF THEIR IMPLEMENTATION IN THE COURSE OF PHYSICS IN SECONDARY SCHOOL

KEYWORDS: physics; methods of teaching Physics; methods of teaching Physics at school; polytechnical orientation; principle of polytechnics; physical and technical knowledge; meta-technical knowledge; teaching methods; educational and cognitive activities; pupils.

ABSTRACT. The article analyzes the types of polytechnical educational and cognitive activity in Physics in a secondary school. An overview of traditional methods and forms of implementation of the principle of polytechnics is presented (mainly explanatory-illustrative (story, explanation, demonstration of visual aids) and reproductive methods of teaching). An updated version of the types of activities based on the system of sources of educational information is proposed: academic research (the object of such research is nature), work with objects of the "second" nature (the research objects are objects of the technosphere), work with the book, work with audio and video information, work with computer, educational game (including special game technical objects, elements of educational robotics, as well as the objects and technology of the technical virtual environment), perception and comprehension of educational information in the process of communication (perception and comprehension of the "ready-made" knowledge and methods of communication with the teacher, peers, scientists, inventors and other participants of the educational process). The results of the ascertaining experiment are presented, within the framework of which the task was to study the existing experience of teachers in using the proposed activities at the lessons of Physics sec-

ondary school. The most frequently used activities are: story-telling and explanation of certain examples of the application of physical phenomena and laws in engineering and the principles of work of physical instruments; reading of a textbook in Physics and, less commonly, of popular scientific literature in technology. It is concluded that not all teachers systematically use visual aids when teaching technology, especially natural objects. In addition, there is a small amount of practical activities related to the work of students with technical objects (in Physics classes and in preparation for them).

Современный этап развития науки и техники обуславливает необходимость подготовки молодежи к эффективному существованию в современной высокотехнологичной техносфере [4; 5]. Политехническая направленность процесса обучения физике традиционно была обозначена на уровне образовательных стандартов, которые, в свою очередь, транслировались на содержание рабочих программ и учебную литературу по предмету. В рамках этого направления традиционно обозначена задача усвоения учащимися физических основ работы технических объектов и технологических процессов, формирования умения применять полученные физико-технические знания в повседневной жизни и обеспечивать ее безопасность, готовности к анализу и оценке бытовой и производственной деятельности.

Методическим аспектам реализации политехнической направленности курса физики средней школы посвящено множество научно-методических работ. Среди них представляют интерес методы и формы обучения, предлагаемые в учебной литературе для студентов и методических пособиях для учителей физики с целью организации политехнической подготовки учащихся (А. И. Бугаев, С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурешева, В. П. Орехов, В. Г. Разумовский, А. В. Усова и др. [7; 8; 14; 15 и др.]). Отметим, что, как правило, методы и формы обучения, виды учебной деятельности прикладной направленности авторами специально не дифференцируются и приводятся в учебных и учебно-методических пособиях единым перечнем.

Кроме того, нами проанализированы работы, затрагивающие общие вопросы политехнической подготовки учащихся (П. Р. Атутов, А. Т. Глазунов, В. А. Фабрикант [1; 2; 3; 10] и др.), вопросы формирования конкретных политехнических знаний на основе отбора содержания обучения и методов изучения техники (С. У. Калюга, А. Я. Сова [6; 12] и др.), вопросы формирования политехнических умений и навыков (В. В. Майер, Г. П. Стефанова [13] и др.). В целом, исследователями рассматривается широкий круг методических проблем: содержание и критерии отбора физико-технического материала, методы и формы обучения политехнической направленности и др.

Агрегируя данные вышеприведенных авторов, можно сделать ряд выводов. В ос-

новном преобладают объяснительно-иллюстративные (рассказ, объяснение, демонстрация средств наглядности) и репродуктивные методы обучения. К основным видам учебной деятельности, которая организуется учителем по усвоению учащимися прикладных (технических) знаний, относятся: восприятие информации от учителя, различные виды работы с книгой, решение задач, выполнение опытов и практических заданий с техническими объектами. Педагоги ориентированы и на организацию технического творчества учащихся.

Виды учебной деятельности школьников (или методы учения), на основе которых может строиться их деятельность по усвоению вопросов прикладной физики, должны охватывать все выявленные на сегодня типы источников информации, а также основные способы работы учащегося с этими источниками. Для построения системы видов деятельности воспользуемся классификацией методов учения, разработанной Е. В. Оспенниковой [4, с. 126–131]. Нами выполнена конкретизация данной системы применительно к изучению вопросов техники в курсе физики средней школы.

I. Учебное исследование (объект исследования – природа)

1. *Выполнение опытов (наблюдений, экспериментов) – сбор научных фактов (овладение опытом работы с техническими объектами (ТО) в ходе исследования, в том числе опытом решения технических проблем, связанных с настройкой установки для опыта):

- использование технических объектов (ТО) при проведении опытов (типового учебного оборудования; аппаратной компьютерной техники; бытовых приборов; инновационного ТО (в частности, оборудования образовательной робототехники для создания роботизированных объектов)).

2. *Элементы теоретического исследования.

II. Работа с объектами «второй» природы (объект исследования – объекты техносферы):

1. *Практическая работа с ТО:

- приобретение информации о ТО (поисковая деятельность по исследованию «готового» ТО);

- овладение способами работы с ТО (поисковая деятельность по выявлению возможных способов и отработки их применения на практике);

- освоение опыта реставрации и воспроизводства ТО.

2. *Учебное техническое исследование (создание новых объектов или их элементов):

- изобретение (проектирование, конструирование, моделирование, изготовление, испытание ТО) (элементы);

- рационализация (усовершенствование отдельных компонентов конструкции действующих ТО) (элементы).

III. Работа с книгой

По типу печатного пособия:

- работа с учебной и научно-популярной литературой, включающей вопросы прикладной физики;

- работа со специальной технической литературой (составляющими ее элементами);

- работа с технической документацией, паспортом ТО, руководством по эксплуатации ТО, в том числе конструкторской (эксплуатационной, ремонтной) и технологической документацией (документами, определяющими технологический цикл создания объекта).

По содержанию деятельности:

1. Восприятие и обработка информации о технике в работе с книгой:

2. *Работа с книгой с целью подготовки:

- *устного выступления по вопросам прикладной физики;

- *письменной работы: статьи, рецензии, аннотации, обзора, реферата (библиографического списка как составной части письменных текстов) по вопросам прикладной физики.

3. *Самостоятельное создание печатного труда по вопросам прикладной физики (тезисов статьи книги, технической документации).

IV. Работа

с аудио- и видеoinформацией

1. Восприятие и обработка информации в работе с аудио- и видеозаписью технических процессов (работы ТО, технологических процессов, производственной и непроизводственной деятельности людей с техникой):

- *анализ, систематизация и обобщение информации;

- представление основного содержания в форме устного сообщения и письменной работы;

- *аналитическая оценка записи (подготовка аннотации, рецензии).

2. *Создание аудио- и видеозаписей (разработка содержания или его элементов и производство):

- фотосъемка ТО и его составных частей, этапов работы;

- видеосъемка процесса функционирования (составных частей), массового производства ТО, создания ТО в домашних условиях и др.

V. Работа с компьютером

1. Работа с электронными образовательными ресурсами по технике различных форм и жанров.

2. Работа в Интернете с коммуникативными программами, в том числе сетевыми социальными сервисами с целью изучения вопросов прикладной физики и выполнения совместных проектов политехнической направленности.

3. Применение ресурсов и инструментов виртуальной среды при выполнении видов деятельности традиционного ряда.

4. Работа с инструментальными программами в предметной области (ЭВМ берет на себя функцию выполнения каких-либо процедур) связана с использованием:

- программ диагностики состояния ТО, параметров, его характеризующих;

- программ преобразования информации (математическая обработка, графическая интерпретация, перевод информации в другую знаковую систему, классификация информации и пр.);

- программ управления ТО.

5. *Самостоятельная разработка цифровых ресурсов и инструментов, элементарного ПО прикладной направленности (в том числе к учебному процессу по предмету).

VI. Учебная игра

1. Участие в учебной игре физико-технической направленности:

- *процессуально-имитационной (ролевой, деловой);

- объектной (с применением специальных игровых технических объектов, элементов образовательной робототехники, а также объектов и технологии игровой технической виртуальной среды);

- *смешанного типа.

2. *Разработка учебных игр (выдвижение идеи, подготовка сценария, производство игровых объектов).

VII. Восприятие и усвоение учебной информации в процессе коммуникации

1. Восприятие технических объектов и технологических процессов, производственной и непроизводственной деятельности с ТО, практики применения ТО в повседневной жизни (в том числе, их дидактических моделей объектов и моделей деятельности).

2. Восприятие концептуальной составляющей предмета учения, в частности, информации: о системе конкретных технических знаний и знаний о техносфере и закономерностях ее развития.

3. Восприятие способов исполнения конкретной технической деятельности (образца исполнения ее процедурно-операционной модели).

4. Воспроизведение знаний (о технических объектах, о способах технической деятельности, системы метатехнического знания (МТЗ) [4; 5]) (реализация функции самоконтроля).

5. Воспроизведение образцов технической деятельности (реализация функции самоконтроля точности восприятия и усвоения процедурно-операционной основы деятельности).

6. Применение способа действия в типовой технической ситуации (реализация функции самоконтроля в овладении опытом практической деятельности с ТО на основе ее обобщенной модели или алгоритма): решение типовых задач физико-технического содержания.

Примечание. Знаком (*) обозначены виды деятельности творческого характера.

Особенностями данной системы видов деятельности являются: а) базирование на системе источников учебной информации (природа, объекты «второй» природы, книга, аудио- и видефонды, игровая среда, виртуальная среда и среда коммуникаций);

б) включение как традиционных видов деятельности, посвященных изучению вопросов техники, так и современных, с применением средств ИКТ.

Как видно, спектр видов учебной деятельности, которые могут быть использованы с целью изучения вопросов прикладной физики, весьма широк. Данные виды деятельности могут быть использованы в формировании у учащихся всех составляющих системы знаний о техносфере. Для каждой составляющей данной системы отбираются соответствующие ее содержанию виды деятельности.

Представляет интерес анализ практики использования в обучении основных источников информации о технике. С этой целью был проведен констатирующий эксперимент, в рамках которого была поставлена задача изучения сложившегося опыта преподавания вопросов техники в курсе физики средней школы.

На рисунке 1 представлены соотношения видов учебно-познавательной деятельности, выполняемые учащимися с различными источниками информации. Как видно из рисунка, преимущественно используются среда коммуникации, книга, реже – компьютер, а виды деятельности технической направленности в рамках учебного исследования организуются в практике массовой школы пока весьма ограниченно. Еще реже используются игровые формы работы (без использования образовательной робототехники).

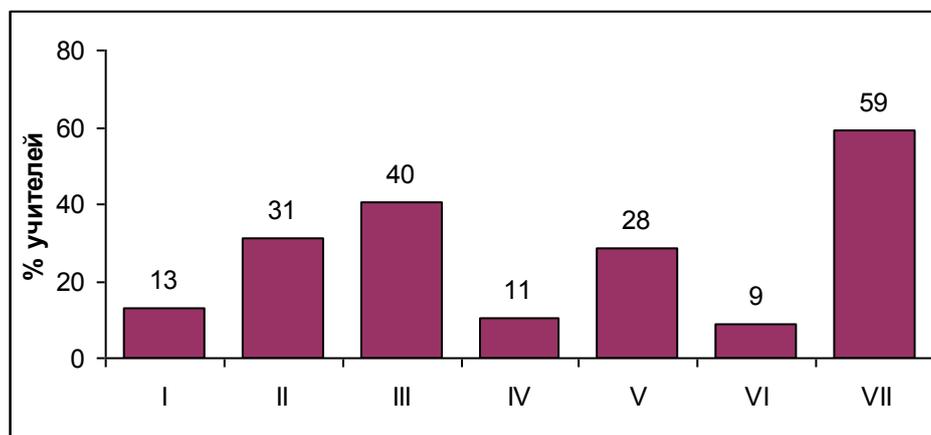


Рис. 1. Усредненные значения процентных соотношений видов учебно-познавательной деятельности учащихся (результаты анкетирования учителей) с различными источниками информации

Условные обозначения: I – учебное исследование (объект исследования – природа, техника как инструмент изучения); II – работа с объектами «второй» природы (ТО как объект исследования); III – виды работы учащихся с книгой; IV – виды работы учащихся с аудио- и видеoinформацией; V – виды работы учащихся с компьютером при обучении физике; VI – учебная игра (без использования образовательной робототехники); VII – восприятие и усвоение «готовой» учебной информации в процессе коммуникации.

На рисунках 2–8 показано реализуемое в учебном процессе по физике разнообразие видов деятельности с каждым из источников физико-технической информации: I – учебное исследование (объект исследования – природа, техника как инструмент изучения); II – работа с объектами «второй» природы (ТО как объект исследования); III – виды работы учащихся с книгой; IV – виды работы учащихся с аудио- и видеоинформацией; V – виды работы учащихся с компьютером при обучении физике; VI – учебная игра; VII – восприятие и усвоение «готовой» учебной информации в процессе коммуникации.

Анализ применения учителями физики различных видов деятельности школьников с каждым отдельным источником информации по технике (рис. 2–8) позволяет установить, что лидирующие позиции в учебном процессе занимают: а) *виды работы с книгой* – подготовка доклада по вопросам прикладной физики и чтение учебника; б) *виды работы с компьютером* – поиск информации о принципе действия объектов техники в сети Интернет и разработка презентации к выступлению по вопросам прикладной физики; в) *работа в среде коммуникации* – прослушивание объяснения учителем принципа действия объектов техники.

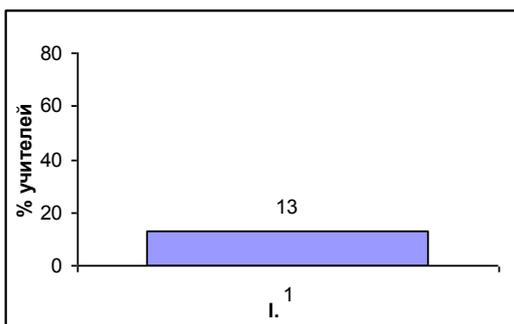


Рис. 2. Источник I – учебное исследование (объект исследования – природа, техника как инструмент изучения). Виды деятельности учащихся

Условные обозначения: (1) организация исследований природы с помощью технических приборов и инструментов (отсутствует разнообразие видов) учебной работы

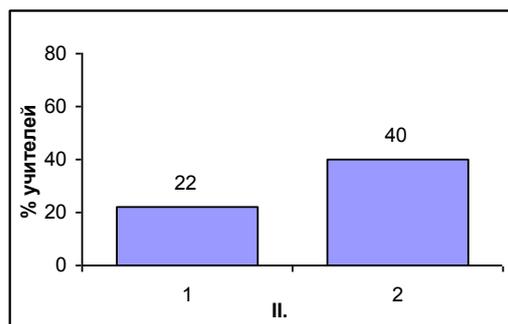


Рис. 3. Источник II – работа с объектами «второй» природы (ТО как объект исследования). Виды деятельности учащихся

Условные обозначения: (1) элементы проектирования ТО; (2) изготовление простейших ТО

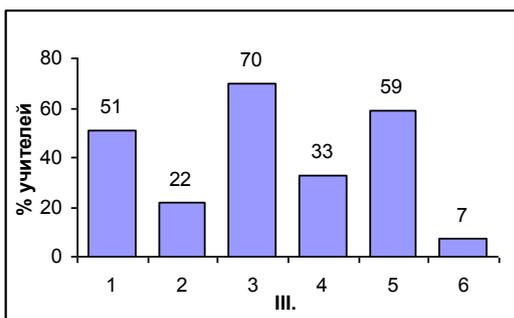


Рис. 4. Источник III – виды работы учащихся с книгой. Виды деятельности учащихся

Условные обозначения: (1) чтение учебника; (2) чтение научно-популярной литературы; (3) подготовка докладов; (4) написание реферата по вопросам прикладной физики; (5) подготовка кроссвордов, ребусов, заданий прикладной тематики; (6) составление задач физико-технического содержания

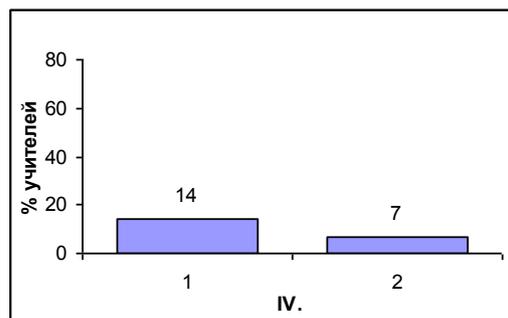


Рис. 5. Источник IV – виды работы учащихся с аудио- и видеоинформацией по физике. Виды деятельности учащихся

Условные обозначения: (1) разработка видеосюжетов технической направленности; (2) фотосъемка ТО

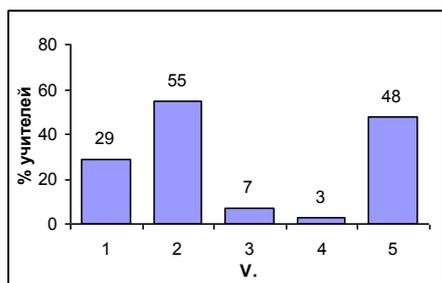


Рис. 6. Источник V – виды работы учащихся с компьютером при обучении физике.

Виды деятельности учащихся

Условные обозначения: (1) самостоятельная работа с цифровыми образовательными ресурсами (рисунками, фото- и видеоматериалами, анимацией, интерактивными моделями ТО); (2) поиск технической информации в Интернете; (3) разработка варианта компьютерной анимации работы ТО; (4) разработка компьютерной модели; (5) разработка презентации к выступлению

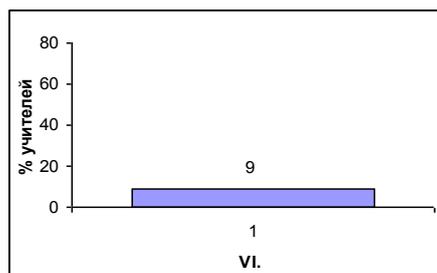


Рис. 7. Источник VI – учебная игра. Виды деятельности учащихся

Условные обозначения: (1) организация учебной игры технической направленности (отсутствует разнообразие видов игровой деятельности, без использования образовательной робототехники)

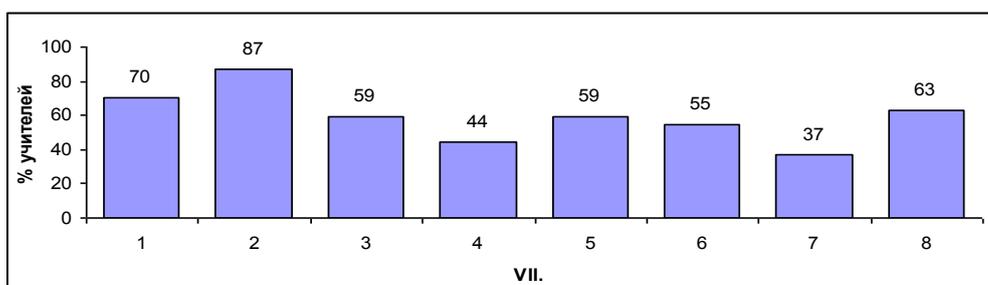


Рис. 8. Источник VII – восприятие и усвоение «готовой» учебной информации в процессе коммуникации. Виды деятельности учащихся

Условные обозначения: (1) рассказ учителя (информация к сведению); (2) объяснение учителем принципа действия физических приборов; (3) демонстрация учителем технических объектов или их макетов, действующих моделей; (4) демонстрация фильмов физико-технического содержания; (5) демонстрация опытов физико-технического содержания; (6) демонстрация виртуальных технических объектов; (7) решение задач с техническим содержанием; (8) выполнение лабораторных работ по изучению физических приборов, технических устройств (работа по инструкции)

Анализ источников информации прикладного физико-технического знания и видов работы школьников с этими источниками позволяет утверждать, что, как и много десятилетий назад, главным источником технических знаний для учащихся остается среда коммуникаций. В основном используются традиционные методы обучения. Безусловными лидерами среди них являются рассказ и объяснение учителем конкретных примеров применения физических явлений и законов в технике и принципа действия физических приборов, чтение учебника физики и реже – научно-популярной литературы по технике. Далеко не все учителя систематически используют средства наглядности при изучении вопросов техники, в особенности натурные объекты. Невелика доля практической дея-

тельности, связанной с работой учащихся с техническими объектами (на занятиях по физике и при подготовке к ним). Недостаточно широко применяется в обучении решение задач с физико-техническим содержанием и выполнение заданий с элементами технического творчества.

На сегодняшний день активно внедряется практика организации учебных занятий по физике с использованием образовательной робототехники. Это направление в статье не представлено, но имеется в нашей работе [11, с. 280–381].

Результаты эксперимента позволяют сделать вывод о необходимости совершенствования содержания, методов, форм и вариативных практик реализации политехнической направленности курса физики средней школы.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Атутов П. Р. Политехническое образование школьников в современных условиях. – М. : Знание, 1985. – 80 с.
2. Атутов П. Р. Политехническое образование школьников: сближение общеобразовательной и профессиональной школы. – М. : Педагогика, 1986. – 176 с.
3. Глазунов А. Т. Техника в курсе физики средней школы. – М. : Просвещение, 1977. – 159 с.
4. Ильин И. В. Формирование системы метатехнического знания как базовой составляющей технической культуры современного школьника / И. В. Ильин, Е. В. Оспенникова // Педагогическое образование в России. – 2011. – № 3. – С. 208–216.
5. Имамичи Т. Моральный кризис и метатехнические проблемы // Вопросы философии. – 1995. – № 3. – С. 73–82.
6. Калюга С. У. Изучение научных основ техники в процессе трудового обучения как средство политехнической подготовки школьников : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01. – М., 1984. – 172 с.
7. Методика преподавания физики в 7–8 классах средней школы / В. П. Орехов, С. Е. Каменецкий, А. В. Усова. – М. : Просвещение, 1990. – 319 с.
8. Основы методики преподавания физики в средней школе / В. Г. Разумовский, А. И. Бугаев, Ю. И. Дик ; под ред. А. В. Перышкина [и др.]. – М. : Просвещение, 1984. – 398 с.
9. Оспенникова Е. В. Использование ИКТ в преподавании физики в средней общеобразовательной школе : метод. пособие. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 655 с.
10. Политехническое образование и профориентация учащихся в процессе преподавания физики в средней школе / А. Т. Глазунов, Ю. И. Дик, Б. М. Игошев [и др.] ; под ред. А. Т. Глазунова, В. А. Фабриканта. – М. : Просвещение, 1985. – 159 с.
11. Принцип политехнизма в обучении физике: современная интерпретация и технологии реализации в средней школе : монография / Е. В. Оспенникова, И. В. Ильин, М. Г. Ершов, А. А. Оспенников ; под общ. ред. Е. В. Оспенниковой ; Перм. гос. гуманитар.-пед. ун-т. – Пермь, 2014. – 504 с.
12. Сова А. Я. Структура и содержание общетехнических знаний при изучении основ производства. – М. : Высшая школа, 1977. – 159 с.
13. Стефанова Г. П. Подготовка учащихся к практической деятельности при обучении физике. – Астрахань : Изд-во Астрахан. гос. пед. ун-та, 2001. – 184 с.
14. Теория и методика обучения физике в школе: общие вопросы : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. завед. / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурышева, Н. Е. Вазеевская [и др.] ; под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурышевой. – М. : Академия, 2000. – 368 с.
15. Физика и научно-технический прогресс / В. Г. Разумовский, Э. М. Браверман, Н. Е. Вазеевская [и др.] ; под ред. А. Т. Глазунова, В. Г. Разумовского [и др.]. – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – 176 с.

R E F E R E N C E S

1. Atutov P. R. Politekhnicheskoe obrazovanie shkol'nikov v so-vremennykh usloviyakh. – M. : Znanie, 1985. – 80 s.
2. Atutov P. R. Politekhnicheskoe obrazovanie shkol'nikov: sblizhenie obshcheobrazovatel'noy i professional'noy shkoly. – M. : Pedagogika, 1986. – 176 s.
3. Glazunov A. T. Tekhnika v kurse fiziki sredney shkoly. – M. : Prosveshchenie, 1977. – 159 s.
4. Il'in I. V. Formirovanie sistemy metatekhnicheskogo znaniya kak bazovoy sostavlyayushchey tekhnicheskoy kul'tury sovremennogo shkol'nika / I. V. Il'in, E. V. Ospennikova // Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii. – 2011. – № 3. – S. 208–216.
5. Imamichi T. Moral'nyy krizis i metatekhnicheskie problemy // Voprosy filosofii. – 1995. – № 3. – S. 73–82.
6. Kalyuga S. U. Izuchenie nauchnykh osnov tekhniki v protsesse trudovogo obucheniya kak sredstvo politekhnicheskoy podgotovki shkol'nikov : dis. ... kand. ped. nauk : 13.00.01. – M., 1984. – 172 s.
7. Metodika prepodavaniya fiziki v 7–8 klassakh sredney shkoly / V. P. Orekhov, S. E. Kamenetskiy, A. V. Usova. – M. : Prosveshchenie, 1990. – 319 s.
8. Osnovy metodiki prepodavaniya fiziki v sredney shkole / V. G. Razumovskiy, A. I. Bugaev, Yu. I. Dik ; pod red. A. V. Peryshkina [i dr.]. – M. : Prosveshchenie, 1984. – 398 s.
9. Ospennikova E. V. Ispol'zovanie IKT v prepodavanii fiziki v sredney obshcheobrazovatel'noy shkole : metod. posobie. – M. : BINOM. Laboratoriya znaniy, 2011. – 655 s.
10. Politekhnicheskoe obrazovanie i proforientatsiya uchashchikhsya v protsesse prepodavaniya fiziki v sredney shkole / A. T. Glazunov, Yu. I. Dik, B. M. Igoshev [i dr.] ; pod red. A. T. Glazunova, V. A. Fabrikanta. – M. : Prosveshchenie, 1985. – 159 s.
11. Printsip politekhnizma v obuchenii fizike: sovremennaya interpretatsiya i tekhnologii realizatsii v sredney shkole : monografiya / E. V. Ospennikova, I. V. Il'in, M. G. Ershov, A. A. Ospennikov ; pod obshch. red. E. V. Ospennikovoy ; Perm. gos. gumanit.-ped. un-t. – Perm', 2014. – 504 s.
12. Sovo A. Ya. Struktura i soderzhanie obshchetekhnicheskikh znaniy pri izuchenii osnov proizvodstva. – M. : Vysshaya shkola, 1977. – 159 s.
13. Stefanova G. P. Podgotovka uchashchikhsya k prakticheskoy deyatelnosti pri obuchenii fizike. – Astrakhan' : Izd-vo Astrakhan. gos. ped. un-ta, 2001. – 184 s.
14. Teoriya i metodika obucheniya fizike v shkole: obshchie voprosy : ucheb. posobie dlya stud. vyssh. ped. ucheb. zaved. / S. E. Kamenetskiy, N. S. Puryшева, N. E. Vazheevskaya [i dr.] ; pod red. S. E. Kamenetskogo, N. S. Puryshchey. – M. : Akademiya, 2000. – 368 s.
15. Fizika i nauchno-tekhnicheskii progress / V. G. Razumovskiy, E. M. Braverman, N. E. Vazheevskaya [i dr.] ; pod red. A. T. Glazunova, V. G. Razumovskogo [i dr.]. – 2-e izd., pererab. – M. : Prosveshchenie, 1988. – 176 s.