

А. В. Пластинин
И. А. Иродова

УДК 37
<https://orcid.org/0000-0003-2289-1708>
<https://orcid.org/0000-0001-5782-7189>

Проектная деятельность школьников с использованием информационно-коммуникационных технологий как средство достижения образовательных результатов

Для цитирования: Пластинин А. В., Иродова И. А. Проектная деятельность школьников с использованием информационно-коммуникационных технологий как средство достижения образовательных результатов // Ярославский педагогический вестник. 2020. № 1 (112). С. 63-69. DOI 10.20323/1813-145X-2020-1-112-63-69

В статье рассматривается проектная деятельность обучающихся в рамках курса физики в основной школе (на уроках и во внеурочной деятельности) с использованием информационно-коммуникационных технологий на основе межпредметных связей с курсом информатики как средство достижения школьниками образовательных результатов (предметных, метапредметных, личностных) по физике. Авторы анализируют современные проблемы в обучении физике, связанные, в первую очередь, с трудностями обучающихся в освоении предмета; требования ФГОС ОСО в части ИКТ-компетентности. При сопоставлении содержания учебных программ по физике и информатике для основной школы исследуются возможности межпредметного взаимодействия физики и информатики; рассматриваются группы задач, которые можно решить средствами ИКТ в рамках проектной деятельности; приводятся развиваемые информационно-коммуникационные компетенции в курсе физики в 7-9 классах; обсуждаются типы и особенности проектов, выполняемых учащимися. В качестве основных типов проектов, выполняемых школьниками в рамках проектной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий на уроках физики и во внеурочной деятельности в основной школе, рассматриваются исследовательские и творческие проекты. Представлена классификация возможных, полученных учащимися продуктов учебной деятельности, основанная на использовании информационно-коммуникационных технологий (так называемых ИК-продуктов: медиа- и мультимедиапродуктов, продуктов моделирования, продуктов программирования (мультимедийные презентации, компьютерные модели в Microsoft Office Excel, программы, написанные на одном из языков программирования (Visual Basic, Delphi и др.)), рассмотрены их особенности; предлагается система оценки сформированности информационно-коммуникационной компетентности обучающихся в рамках проектной деятельности с применением средств ИКТ на уроках физики и во внеурочной деятельности по физике, система критериев оценки ИКТ-компетентности, система оценивания конкретных типов проектов, а также цифрового портфолио по физике.

Ключевые слова: ФГОС ОСО, процесс обучение в основной школе, образовательные (предметные, метапредметные, личностные) результаты, ИК-компетентность, межпредметные связи (физики и информатики), проектная деятельность, ИК-продукт, моделирование, мультимедиа, оценивание учащихся.

A. V. Plastinin, I. A. Irodova

Schoolchildren's project activity in using information and communication technologies as a means of achieving educational results

The article considers students' project activity within the course of physics in the main school (at lessons and in out-of-school activities) using information and communication technologies on the basis of interprandial ties with the course of informatics as a means to achieve educational results (subject, meta-subject, personal) in physics. The authors analyze modern problems in physics training, primarily related to students' difficulties in mastering the subject; requirement by FSES of basic secondary education in the part of ICT competence requirements. When comparing the contents of the physics and computer science curricula for the mainstream school, the possibilities of intersubject interaction between physics and computer science are explored; are regarded task teams that can be solved by means of ICT in project activities; are given developed information and communication competences in the course of physics for 7-9 classes; are discussed types and features of projects that students perform. Research and creative projects are considered as the main types of projects carried out by pupils in the framework of project activities using information and communication technologies at physics lessons and in out-of-school activities in the main school. The classification of possible educational products is presented received by students based on the use of information and communication

© Пластинин А. В., Иродова И. А., 2020

technologies (so-called IC-products: media and multimedia products, modeling products, programming products (multimedia presentations, computer models in Microsoft Office Excel, programs written in one of the programming languages (Visual Basic, Delphi, etc.), their peculiarities are considered; here is proposed a system for assessing the formation of information and communication competence of students in project activities using ICT tools at physics lessons and in out-of-school physics activities, a system of criteria for assessing the ICT competence, a system for evaluating specific types of projects, as well as a digital physics portfolio.

Keywords: FSES of basic secondary education, process of education in the compulsory school, educational (subject, metasubject, personal) results, IC-competence, intersubject connections (physics and informatics), design activity, IC-product, modeling, multimedia, assessment of students.

Федеральный государственный образовательный стандарт общего среднего образования (ФГОС ОСО) отдельно выделяет в качестве метапредметных результатов обучения формирование и развитие у обучающихся компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий в результате изучения всех без исключения предметов (следовательно, физики в том числе). То есть компьютеризации учебного процесса (хотя бы частичной) никакой педагог избежать не может. Да и с учетом происходящей в последние десятилетия общей информатизации образования является даже странным тот факт, что какой-либо учитель до сих пор с ней не столкнулся, не соприкоснулся в своей работе [4].

Кроме того, общеизвестно, что физика для многих учеников является трудным предметом. Зачастую отметки (текущие, четвертные и годовые) обучающихся по физике несколько ниже их отметок по другим предметам (в том числе, и по другим предметам естественно-математического цикла). Объяснить это можно опять-таки и объективной сложностью самого предмета, и просто тем, что у многих школьников нет (устойчивого) интереса к предмету, слабо выражена мотивация к изучению физики. Следовательно, у педагогов есть необходимость в поиске неких новых форм обучения, которые облегчили бы понимание предмета без потери уровня его преподавания, и нахождении неких «мотиваторов» для обучающихся [12, 13, 14].

Как показали наши исследования, использование средств информационно-коммуникационных технологий в рамках проектной деятельности обучающихся на уроках физики и во внеурочной деятельности по предмету может способствовать развитию у обучающихся

– компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий (метапредметный результат обучения);

– развитию мотивации к изучению предмета (личностный результат обучения);

– достижению школьниками предметных результатов (знания о природе важнейших физических явлений окружающего мира и понимание смысла физических законов; умения пользоваться методами научного исследования явлений природы, проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, обрабатывать результаты измерений, представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и формул, обнаруживать зависимости между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы; умения применять теоретические знания по физике на практике, решать физические задачи на применение полученных знаний и др.) по физике [18, 19, 20].

Проектная деятельность предусматривает обязательное наличие проблемы, требующей исследования и, соответственно, исследовательскую деятельность учащихся, индивидуальную или групповую, которая направлена не только на достижение результата, его оформление и представление, но и на сам процесс достижения этого результата; сам проект – определенный практический результат деятельности. Иными словами, результатом является не только продукт, но и изменение уровня сформированности информационно-коммуникационной компетентности (метапредметного результата) у обучающихся, изменение уровня в достижении школьниками образовательных (предметных) результатов по физике, демонстрируемое ими в ходе проектной деятельности, и мотивация к изучению физики (личностный результат) [1, 7, 10].

Продукт проектной деятельности (будем называть его ИК-продуктом) следует понимать результат интеллектуальной, творческой деятельности человека, созданный на основе информационных технологий, выраженный в особом цифровом виде. Качество создаваемого продукта в значительной степени отражает готовность и способность учащегося к проявлению компетентности в области ИК-технологий. Конкретными ИК-продуктами могут выступать 1) медиа- и мультимедиапродукты: графическое

изображение, созданное в одном из графических редакторов/процессоров, аудио-/видеоролик, созданный с помощью аудио-/видеоредактора, текстовый документ; мультимедийная презентация; веб-сайт и т. д.; 2) продукты моделирования: физические модели, построенные обучающимися в одной из прикладных компьютерных программ; 3) продукты программирования: компьютерные программы, написанные школьниками на одном из языков программирования [15, 16].

Процесс проектной деятельности представляет собой ряд последовательных этапов: Постановка проблемы проекта → Планирование проектной деятельности → Поиск и обработка информации → Создание ИК-продукта → Презентация/защита проекта → Итоговое портфолио проектов.

Важным является то, что в основе процесса обучения физике в рамках проектной деятельности с использованием средств информационно-коммуникационных технологий должен реализовываться принцип межпредметного взаимодействия физики и информатики, то есть учителю физики изначально необходимо заручиться поддержкой «с той стороны»: компьютерной поддержкой (оборудование, программное обеспечение), консультационной поддержкой (учителя информатики, тематические сайты и форумы) [21].

Рассмотрев виды межпредметных связей: 1) косвенная теоретическая связь, когда для лучшего понимания и усвоения учебного материала используются аналогии, примеры из других областей знания, предметов (например, при объяснении темы «Единицы измерения информации» на уроке информатики используются примеры единиц измерения, используемых в физике и математике); 2) прямая теоретическая связь, когда изучение некоторой темы невозможно без знаний из других школьных предметов (невозможно объяснить принцип работы компьютера без знания законов физики); 3) практическая связь, когда учащимся предлагаются задачи из некоего школьного предмета (в нашем случае, физики), но их решение осуществляется с помощью методов и средств другого предмета (в нашем случае, информатики), можно сказать, что именно практическая межпредметная связь и должна лечь в основу проектной деятельности с использованием средств ИКТ в рамках изучения курса физики в основной школе.

Если рассматривать типы проектов (существует множество их классификаций, но мы берем лишь одну из них), то, как представляется,

для уроков физики и внеурочной деятельности следует выбирать исследовательские и творческие проекты (для наиболее слабых учащихся возможен выбор информационного проекта).

Таким образом, проектную деятельность в рамках курса физики в основной школе можно построить по следующему плану (который создан с учетом стандартного планирования курса информатики в 7-9 классах):

- в 7 классе обучающиеся работают над мультимедийными презентациями, текстовыми документами, буклетами, графическими изображениями и т. д. (например, анимация «Броуновское движение» (в Microsoft Office PowerPoint), буклет с фотографиями различных физических приборов (термометра, весов и т. д.), их назначением и кратким устройством (в Microsoft Office Publisher), анимация «Сообщающиеся сосуды» (в Microsoft Office PowerPoint), интерактивный тест по теме «Давление твердых тел, жидкостей и газов» (в Microsoft Office PowerPoint));

- в 8 классе – мультимедиа + моделирование в MS Excel (например, интерактивный кроссворд по теме «Тепловые явления» (в Microsoft Office PowerPoint), анимация «Взаимодействие наэлектризованных тел» (в Microsoft Office PowerPoint), анимация «Действие магнитного поля на проводник с током» (в Microsoft Office PowerPoint), «Плавление кристаллических тел» (график плавления в Microsoft Office Excel), модель «Зависимость силы тока от напряжения. Закон Ома» (в Microsoft Office Excel), «Расчет зависимостей $I(R)$ и $P(R)$ » (расчеты и графики в Microsoft Office Excel));

- в 9 классе – мультимедиа + моделирование в MS Excel + программирование в Visual Basic/PascalABC и др. (модель «Движение тела, брошенного под углом к горизонту» (в Microsoft Office Excel), модель «Равноускоренное движение» (в Visual Basic/Delphi/ Microsoft Office Excel), тестирующая программа по физике «Законы Ньютона» (в Visual Basic/Delphi), обучающая программа по решению задач по теме «Второй закон Ньютона» (в Visual Basic/Delphi) [2, 5].

Во ФГОС основного общего образования предусмотрено формирование информационно-коммуникационной компетентности обучающихся, включающей 10 составляющих:

- обращение с устройствами ИКТ;
- создание письменных сообщений;
- создание графических объектов;

- фиксация изображений и звуков;
- создание музыкальных и звуковых сообщений;
- создание, восприятие и использование гипермедиакоммуникаций;
- коммуникация и социальное взаимодействие;
- поиск и организация хранения информации;

- анализ информации, математическая обработка данных в исследовании;
- моделирование, проектирование и управление.

В нашем случае они будут соответствовать следующим видам деятельности, реализуемой в рамках проектов (табл. 1):

Таблица 1

Развиваемые ИК-компетенции в курсе физики в 7-9 классах

Классы	Виды деятельности	Формируемые компоненты (1-10) ИК-компетенции
7	Создание мультимедийных презентаций, текстовых документов, графических изображений	1, 2, 3, 4, 7, 8
8	Создание мультимедийных презентаций, текстовых документов, графических изображений, компьютерное моделирование	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10
9	Создание мультимедийных презентаций, текстовых документов, графических изображений, компьютерное моделирование, программирование	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10

Результаты выполненных проектов должны быть «осязаемыми», оформленными в информационном продукте [3, 9, 11, 17].

В основу системы оценки сформированности информационно-коммуникационной компетентности может быть положена четырехуровневая

классификация: низкий, средний, высокий, креативный уровни владения (табл. 2).

Следующие типы проектов, мы полагаем, следует выбрать для уроков физики и внеурочной деятельности (табл. 3).

Таблица 2

Уровни сформированности информационно-коммуникационной компетентности

Уровень ИК-компетентности	Характеристика
Низкий (непродуктивный)	Ученик слабо владеет средствами ИКТ, не может создать продукта, отвечающего заданным требованиям, и не готов к творчеству
Средний (среднепродуктивный)	Ученик владеет средствами ИКТ, может создавать несложные мультимедийные продукты и простейшие физические модели
Высокий (высокопродуктивный)	Ученик способен создать продукт, отвечающий заданным требованиям уровня сложности в рамках базового курса информатики и ИКТ
Креативный	Ученик способен создать продукт, отвечающий заданным требованиям: 1) уровня сложности выше рамок базового курса информатики и ИКТ, или 2) в рамках базового курса информатики и ИКТ, но с привнесением творческого подхода, или 3) и то и другое

Таблица 3

Типы проектов, реализуемые в рамках курса физики основной школы с использованием средств ИКТ

Тип проекта	Информационный проект	Исследовательский проект	Творческий проект
Средства ИКТ	– Аппаратные: компьютер, проектор и др. – Программные: интернет-браузер, программа для создания презентаций, текстовый редактор, графический редактор и др.	– Аппаратные: компьютер, проектор и др. – Программные: интернет-браузер, программа для создания презентаций, текстовый редактор, графический редактор, электронные таблицы, программа для создания анимации, среда программирования и др.	– Аппаратные: компьютер, проектор и др. – Программные: интернет-браузер, программа для создания презентаций, текстовый редактор, графический редактор, электронные таблицы, программа для создания анимации, среда программирования и др.
Деятельность учителя	– Определение темы проекта. – Выявление проблемы и цели данного проекта, задач проекта. – Обсуждение структуры проекта и средств для его выполнения.	– Определение темы проекта. – Выявление проблемы и цели данного проекта, задач проекта. – Обсуждение структуры проекта, методов, способов, средств	– Определение темы проекта. – Выявление проблемы и цели данного проекта, задач проекта. – Обсуждение возможной, примерной структуры проекта и

Тип проекта	Информационный проект	Исследовательский проект	Творческий проект
	<ul style="list-style-type: none"> – Определение того, кто выполняет проект, или выделение групп учащихся для проектной деятельности. – 5) Оценка проекта 	<ul style="list-style-type: none"> исследования. – Определение того, кто выполняет проект, или выделение групп учащихся для проектной деятельности. – Контроль за исследовательской работой учащихся. – Оценка проекта 	<ul style="list-style-type: none"> средств его реализации. – Определение того, кто выполняет проект, или выделение групп учащихся для проектной деятельности. – Оценка проекта
Деятельность обучающихся	<ul style="list-style-type: none"> – Поиск информации с помощью Интернета. – Создание презентации/ текстового документа/ буклета и т. д. – Представление результатов проекта. – Рефлексия над результатами проекта 	<ul style="list-style-type: none"> – Сбор и уточнение информации (изучение литературы по теме проекта, опросы, наблюдения, эксперименты и т. п.). – Выбор оптимального варианта хода проекта. – Поэтапное выполнение исследовательских задач проекта. – Обработка информации и представление ее в виде оформленного продукта исследовательской деятельности с помощью средств ИКТ. – Представление результатов проекта. – Рефлексия над результатами проекта 	<ul style="list-style-type: none"> – Сбор и уточнение информации. – Выбор оптимальной формы реализации проекта. – Решение задач проекта. – Обработка информации и представление ее в виде оформленного продукта с помощью средств ИКТ. – Представление результатов проекта. – Рефлексия над результатами проекта
Продукт	– Презентация, текстовый документ, буклет и т. д.	– Компьютерная модель, анимация и т. д.	– Презентация, текстовый документ, буклет, компьютерная модель, анимация и т. д. или совокупность нескольких продуктов

Итоговое представление проектов (то есть представление их уже после защиты, скажем, в конце учебного года) может выражаться в различных формах:

- простая подборка презентаций, моделей, текстовых документов, созданных в Microsoft Office Word, Publisher и т. д., размещенная на сайте (возможен вариант размещения работ на школьном сайте в разделе достижений обучающихся или на личном сайте обучающегося, созданном в одном из бесплатных онлайн-конструкторов);

- тематические разделы на сайте (например, раздел «Механика» со всеми проектами, выполненными по этой теме, и т. д.), пополняющиеся в течение всего курса 7-9 классов;

- форма еженедельно либо с другой периодичностью обновляющегося личного блога учащегося, блога класса или школы и др. [6, 8].

Опытная работа подтвердила эффективность исследования. В качестве показателей эффективности использовались динамика интереса к предмету и успешность освоения курса физики. В таблицах 4, 5 и 6 представлены результаты апробации

(в контрольном (КК) и экспериментальном (ЭК) классах) вышеописанной методики в средней общеобразовательной школе № 28 города Ярославль, которая в числе группы школ участвовала в педагогическом эксперименте.

Таблица 4

Рефлексия учащихся в конце учебного года

Утверждения	Количество обучающихся (ЭК)	Количество обучающихся (КК)
Мне нравится физика	16	7
За последний год я стал лучше разбираться в физике	18	12
Я выберу физику для сдачи на ОГЭ	4	3

Таблица 5

Сведения о средней годовой отметке

	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.	Средняя отметка
ЭК	3	8	13	0	3,58
КК	0	5	15	0	3,25

Таблица 6

*Динамика качества знаний по физике за 3 года
(7-9 классы)*

Классы	7	8	9	
чел.	15	7	11	ЭК
%	62,50 %	29,17 %	45,83 %	
чел.	12	6	5	КК
%	60 %	30 %	25 %	

Библиографический список

1. Башмаков М. И. Теория и практика продуктивного обучения : коллективная монография. Москва, 2000. 248 с.
2. Варламов С. Д. Использование Microsoft Office в школе : учебно-методическое пособие для учителей. Физика / С. Д. Варламов, П. А. Эминов, В. А. Сурков. Москва : ИМА-пресс, 2003. 440 с.
3. Зимняя И. А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. 2003. № 5. С. 34-42.
4. Иродова И. А. Инновационные технологии обучения физике в школе : коллективная монография / И. А. Иродова и др. ; под науч. ред. И. А. Иродовой. Ярославль : Изд-во ЯГПУ, 2011. 236 с.
5. Каменецкий С. Е. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы : учеб. пособие для студ. высших пед. учеб. завед., обуч. по спец. «Физика» / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурьшева, Т. И. Носова ; под ред. С. Е. Каменецкого. Москва : Academia, 2000. 382 с.
6. Киселева Т. Г. Оценка информационной компетентности учащихся // Ярославский педагогический вестник. Том II (Психолого-педагогические науки). 2011. № 3. С. 65-67.
7. Лаптев В. В. Информационная методическая система обучения физике в школе : монография. Санкт-Петербург : Изд-во РГПУ, 2003. 408 с.
8. Лапчик М. П. Методика преподавания информатики / М. П. Лапчик, И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер. Москва, 2001. 624 с.
9. Лукьянова А. В. Особенности формирования информационной компетентности на этапе школьного образования // Ярославский педагогический вестник. 2014. № 2. С. 7-10.
10. Оспенникова Е. В. Информационно-образовательная среда современного школьника // Школьные технологии. 2002. № 4. С. 25-35.
11. Пак Н. И. Уточнение понятия ИКТ-компетентность на основе информационного подхода / Н. И. Пак, С. В. Светличная // Педагогическая информатика. 2009. № 2. С. 43-52.
12. Педагогика : учебное пособие для студентов педагогических вузов и педагогических колледжей / под ред. П. И. Пидкасистого. Москва : Российское педагогическое агентство, 2006. 462 с.
13. Пластинин А. В. Развитие ИКТ-компетенций школьников как метапредметный результат обучения

физике // Ярославский педагогический вестник. 2015. № 6. С. 44-48.

14. Пластинин А. В. Модель формирования ИКТ-компетентности учащихся на уроках физики // Ярославский педагогический вестник. 2016. № 5. С. 100-103.

15. Попкова Е. А. Умения продуктивной учебной деятельности, формируемые у будущего инженера на занятиях по физике: уровни, состав, структура // Наука и школа. 2009. № 2. С. 51-54.

16. Самойлов Е. А. Использование приемов продуктивной деятельности // Физика в школе. 2005. № 2. С. 28-31

17. Селевко Г. К. Компетентности и их классификация // Народное образование. 2004. № 4. С. 138-143.

18. Смирнов А. В. Методика применения информационных технологий в обучении физике. Москва : Издательский центр «Академия», 2008. 240 с.

19. Смирнов А. В. Электронное обучение физике : монография / А. В. Смирнов, С. А. Смирнов. – Москва : МПГУ, 2014.

20. Смирнов А. В. Информационные технологии в обучении физике / А. В. Смирнов, С. А. Смирнов. Москва : МПГУ, 2018. 220 с.

21. Хуторской А. В. Современная дидактика. Санкт-Петербург : Питер, 2001. 544 с.

Referense list

1. Bashmakov M. I. Teorija i praktika produktivnogo obuchenija = Theory and practice of productive learning : kolektivnaja monografija. Moskva, 2000. 248 s.
2. Varlamov S. D. Ispol'zovanie Microsoft Office v shkole = Using Microsoft Office in school : uchebno-metodicheskoe posobie dlja uchitelej. Fizika / S. D. Varlamov, P. A. Jeminov, V. A. Surkov. Moskva : IMA-press, 2003. 440 s.
3. Zimnjaja I. A. Kljuchevye kompetencii – novaja paradigma rezul'tata obrazovanija = Key competencies – a new paradigm of education outcome // Vysshee obrazovanie segodnja. 2003. № 5. S. 34-42.
4. Irodova I. A. Innovacionnye tehnologii obuchenija fizike v shkole = Innovative Physics learning technologies in school : kolektivnaja monografija / I. A. Irodova i dr. ; pod nauch. red. I. A. Irodovoj. Jaroslavl' : Izd-vo JaGPU, 2011. 236 s.
5. Kameneckij S. E. Teorija i metodika obuchenija fizike v shkole: Chastnye voprosy = Theory and methodology for teaching Physics at School: Some questions : ucheb. posobie dlja stud. vysshih ped. ucheb. zaved., obuch. po spec. «Fizika» / S. E. Kameneckij, N. S. Puryшева, T. I. Nosova ; pod red. S. E. Kameneckogo. Moskva : Academia, 2000. 382 s.
6. Kiseleva T. G. Ocenka informacionnoj kompetentnosti uchashhihsja = Assessment of students' information competence // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. Tom II (Psihologo-pedagogicheskie nauki). 2011. № 3. S. 65-67.
7. Laptev V. V. Informacionnaja metodicheskaja sistema obuchenija fizike v shkole = Information method-

ical system of physics education in school : monografija. Sankt-Peterburg : Izd-vo RGPU, 2003. 408 s.

8. Lapchik M. P. Metodika prepodavanja informatiki = Technique of teaching Informatics / M. P. Lapchik, I. G. Semakin, E. K. Henner. Moskva, 2001. 624 s.

9. Luk'janova A. V. Osobennosti formirovanija informacionnoj kompetentnosti na jetape shkol'nogo obrazovanija = Peculiarities of information competence formation at the school education stage // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. 2014. № 2. S. 7-10.

10. Ospennikova E. V. Informacionno-obrazovatel'naja sreda sovremennogo shkol'nika = Information and educational environment of a modern school-child // Shkol'nye tehnologii. 2002. № 4. S. 25-35.

11. Pak N. I. Utochnenie ponjatija IKT kompetentnost' na osnove informacionnogo podhoda = Clarification of the ICT competence basing on the information approach / N. I. Pak, S. V. Svetlichnaja // Pedagogicheskaja informatika. 2009. № 2. S. 43-52.

12. Pedagogika : uchebnoe posobie dlja studentov pedagogicheskikh vuzov i pedagogicheskikh kolledzhej = Pedagogy: a teaching manual for students of pedagogical Universities and pedagogical Colleges / pod red. P. I. Pidkasiogo. Moskva : Rossijskoe pedagogicheskoe agentstvo, 2006. 462 s.

13. Plastinin A. V. Razvitie IKT-kompetencij shkol'nikov kak metapredmetnyj rezul'tat obuchenija fizike = Development of schoolchildren's ICT competences as a meta-standard result of Physics training // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. 2015. № 6. S. 44-48.

14. Plastinin A. V. Model' formirovanija IKT kompetentnosti uchashhihsja na urokah fiziki = Model of formation of students' ICT competence in Physics lessons // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. 2016. № 5. S. 100-103.

15. Popkova E. A. Umenija produktivnoj uchebnoj dejatel'nosti, formiruemye u budushhego inzhenera na zanjatijah po fizike: urovni, sostav, struktura = Productive training skills developed by the future engineer in Physics classes: levels, composition, structure // Nauka i shkola. 2009. № 2. S. 51-54.

16. Samojlov E. A. Ispol'zovanie priemov produktivnoj dejatel'nosti = Using productive techniques // Fizika v shkole. 2005. № 2. S. 28-31.

17. Selevko G. K. Kompetentnosti i ih klassifikacija = Competences and their classification // Narodnoe obrazovanie. 2004. № 4. S. 138-143.

18. Smirnov A. V. Metodika primeneniya informacionnyh tehnologij v obuchenii fizike = Methods of application of information technologies in Physics training. Moskva : Izdatel'skij centr «Akademija», 2008. 240 s.

19. Smirnov A. V., Smirnov S. A. Jelektronnoe obuchenie fizike = Electronic training in physics : monografija / A. V. Smirnov, S. A. Smirnov. – Moskva : MPGU, 2014.

20. Smirnov A. V. Informacionnye tehnologii v obuchenii fizike = Information technology in Physics learning / A. V. Smirnov, S. A. Smirnov. Moskva : MPGU, 2018. 220 s.

21. Hutorskoj A. B. Sovremennaja didaktika = Modern didactics. Sankt-Peterburg : Piter, 2001. 544 s.