

Н. Д. Путина

### Систематизация понятий учебной дисциплины «Физика» в процессе обучения школьников решению задач

В статье предлагается разработанная нами систематизация понятий учебной дисциплины «Физика» на основе использования взаимосвязи межпредметных понятий: категория – родовое понятие – видовые понятия – подвидовые понятия. Определены четыре основные категории физики и группы соответствующих родовых понятий. На основе выстроенных дедуктивных связей между понятиями школьники обучаются построению индуктивных связей между понятиями незнакомых тем физики, используя обобщенные компоненты родовых понятий. Систематизация понятий учебной дисциплины «Физика» является основанием для разработки инновационных технологий и методик обучения физике. Определение связей между понятиями учебной дисциплины «Физика» используется при обучении решению физических задач. В тексте задачи обучающиеся учатся обнаруживать объекты исследования физики, взаимосвязи между ними, устанавливать соответствие между объектами исследования и средствами описания, которые указаны в задаче или которые надо обнаружить в учебной информации, определять взаимосвязи между средствами описания, использовать логические универсальные учебные действия. В статье рассмотрена модель организации познавательной деятельности при обучении учащихся решению задач. Определено содержание подготовки школьников к решению физических задач, достоинства систематизации понятий учебной дисциплины «Физика». Рассмотрены проблемы, возникающие при организации обучения школьников решению физических задач при традиционном обучении. В статье приводятся конкретные примеры решения физических задач с использованием систематизации физических понятий.

Ключевые слова: модель организации познавательной деятельности школьников, межпредметные понятия, родовые, видовые понятия, категория, методы познавательной деятельности.

N. D. Putina

### Systematization of Concepts of the Subject «Physics» in the Course of School Students' Training to Solve Sums

In the article the developed by us systematization of concepts of the subject «Physics» on the basis of use of intersubject concepts interrelation is offered: category – a generic term – specific concepts – subspecific concepts. Four main categories of physics and groups of the corresponding generic terms are determined. On the basis of the developed deductive links between concepts, school students are taught to make inductive links between concepts of unfamiliar subjects of physics, using the generalized components of generic terms. Systematization of concepts of the subject «Physics» is the basis for development of innovative technologies and ways of training Physics. Determination of links between concepts of the subject «Physics» is used in training to solve physical sums. Students are trained to find objects of the Physics research in the sum text, interrelation between them, to make compliance between objects of the research and means of the description which are specified in the sum or they should be found in educational information, to determine interrelations between means of description, to use logical universal educational actions. In the article the model of cognitive activity organization when training pupils to solve sums is considered. Here is determined content of school student training to solve physical sums, advantages of systematizing concepts of the subject «Physics». Problems are considered, which are in case of organization of school students' training to solve physical sums in case of traditional training. In the article certain examples of solving physical sums with the use of physical concepts systematization are given.

Keywords: model of school students' cognitive activity organization, intersubject concepts: generic, specific terms, category, methods of cognitive activity.

Основанием предлагаемой методики обучения решению задач является разработанная нами систематизация понятий учебной дисциплины «Физика». В предлагаемой систематизации определены четыре основные категории учебной дисциплины «Физика»: «объекты исследования», «объекты применения знаний физики», «средства описания объектов», «методы познавательной и исследовательской деятельности» [3, с. 87–91].

Для каждой категории определена группа родовых понятий (Таблица 1). Приведем примеры дедуктивных связей между понятиями: категория – родовое понятие – видовые понятия – подвидовые понятия. Категория «объекты исследования» – родовое понятие «материальная система» – видовые понятия: Солнечная система; колебательный контур, атом. Категория «объекты применения знаний физики» (объекты техники) – ро-

довое понятие «физические приборы» – видовые понятия: омметр, калориметр, термос, манометр. Категория «средства описания» – родовое понятие «физическая величина» – видовое понятие «физические константы» – подвидовое понятие «гравитационная постоянная». Категория «методы познавательной и исследовательской деятельности» – родовое понятие «экспериментальные ме-

тоды» – видовые понятия: опыт, наблюдение, измерение. Категория «методы познавательной и исследовательской деятельности» – родовое понятие «физические методы» – видовые понятия: спектральный анализ, трековый метод исследования элементарных частиц, способы ионизации вещества, эхолокация, ультразвуковое исследование, рентгеновское исследование.

Таблица 1

**Родовые понятия категорий учебной дисциплины «Физика»**

Название категорий	Объекты исследования физики	Объекты применения знаний физики	Средства описания объектов	Методы познавательной и исследовательской деятельности
Родовые понятия категорий	1. Поле. 2. Вещество. 3. Элементарные частицы. 4. Физическое тело. 5. Состояние. 6. Свойства. 7. Физические явления. 8. Материальные системы	1. Объекты исследования физики. 2. Объекты техники: инструменты, машины, станки, механизмы, конструкции, станции, аппараты, технические средства, приборы, сооружения, установки, генераторы, двигатели, системы, приспособления	1. Теория. 2. Закон. 3. Правило. 4. Характеристика. 5. Физические величины. 6. Система отсчета. 7. Модель. 8. Таблица. 9. Изображение. 10. Все математические средства (формула, линии, перпендикуляр, углы, треугольники, векторы; тригонометрические функции, графики и т. д.)	Общенаучные методы: 1. Теоретические методы. 2. Экспериментальные методы.  Методы частных наук: 1. Физические методы. 2. Математические методы

Приведем примеры индуктивных связей между понятиями, которые необходимо выстраивать для формирования понятийного аппарата каждой новой темы. Например, «скорость» – видовое понятие, относится к родовому понятию «физические величины», относится к категории «средства описания объектов». «Конвекция» – подвидовое понятие, относится к видовому понятию «теплопередача», относится к родовому понятию «физические явления», относится к категории «объекты исследования физики» [4, с. 39–45].

Для выполнения различных видов учебной деятельности при изучении физики необходимо запомнить компоненты родовых понятий. Например, компонентами родового понятия «физическое поле» категории «объекты исследования физики» являются 1) источники поля; 2) кванты физического поля; 3) характер распространения физического поля; 4) средства описания: скорость распространения поля, радиус действия физического поля; силы действия поля; 5) явления, с помощью которых поле обнаруживается; 6) свойства физического поля; 7) специальные средства опи-

сания поля, изображение поля; 8) классификация полей; 9) определение области или областей деятельности человека, где применяется поле.

Для обобщения информации о физических полях в основной школе можно ограничиться следующими компонентами: 1) источники поля; 2) способы обнаружения поля, 3) изображение полей и средства их описания, 4) классификация полей.

Важнейшей информацией, необходимой для решения физических задач, является взаимосвязь родовых понятий категории «объекты исследования физики». Между объектами исследования физики существуют следующие связи. Источниками гравитационных полей являются физические тела и частицы вещества, источниками электростатического поля – заряженные физические тела. Внутри вещества на молекулярном уровне существуют электромагнитные поля, которые образуют межмолекулярные связи, в ядре атома существуют поля, которые обеспечивают сильное взаимодействие протонов и нейтронов. Физические тела состоят из огромного количества молекул, которые

являются структурными компонентами вещества. Вещества и физические тела могут находиться в различных состояниях. Поля, вещества, физические тела, состояния вещества, элементарные частицы обладают свойствами, которые обнаруживаются в ходе физических явлений. Физические явления происходят в материальных системах.

Для решения задач школьники должны владеть методами познавательной деятельности, прежде всего логическими универсальными действиями: методами анализа, синтеза, сравнения, определение взаимосвязей. А также математическими методами: преобразование формул, решение системы уравнений, графические методы описания физических явлений и т. д.

Школьники должны быть обучены определять объекты исследования, которые рассматриваются в явной или неявной форме в текстах задач. Прежде всего – обнаруживать материальные системы, которые рассматриваются в задаче, а также роли, которые выполняют компоненты материальных систем, например, одни тела в системах, где происходит теплопередача, являются источниками внутренней энергии (тепла), другие – потребителями внутренней энергии (тепла).

На Рисунке 1 представлена модель организации познавательной деятельности при обучении школьников решению физических задач.

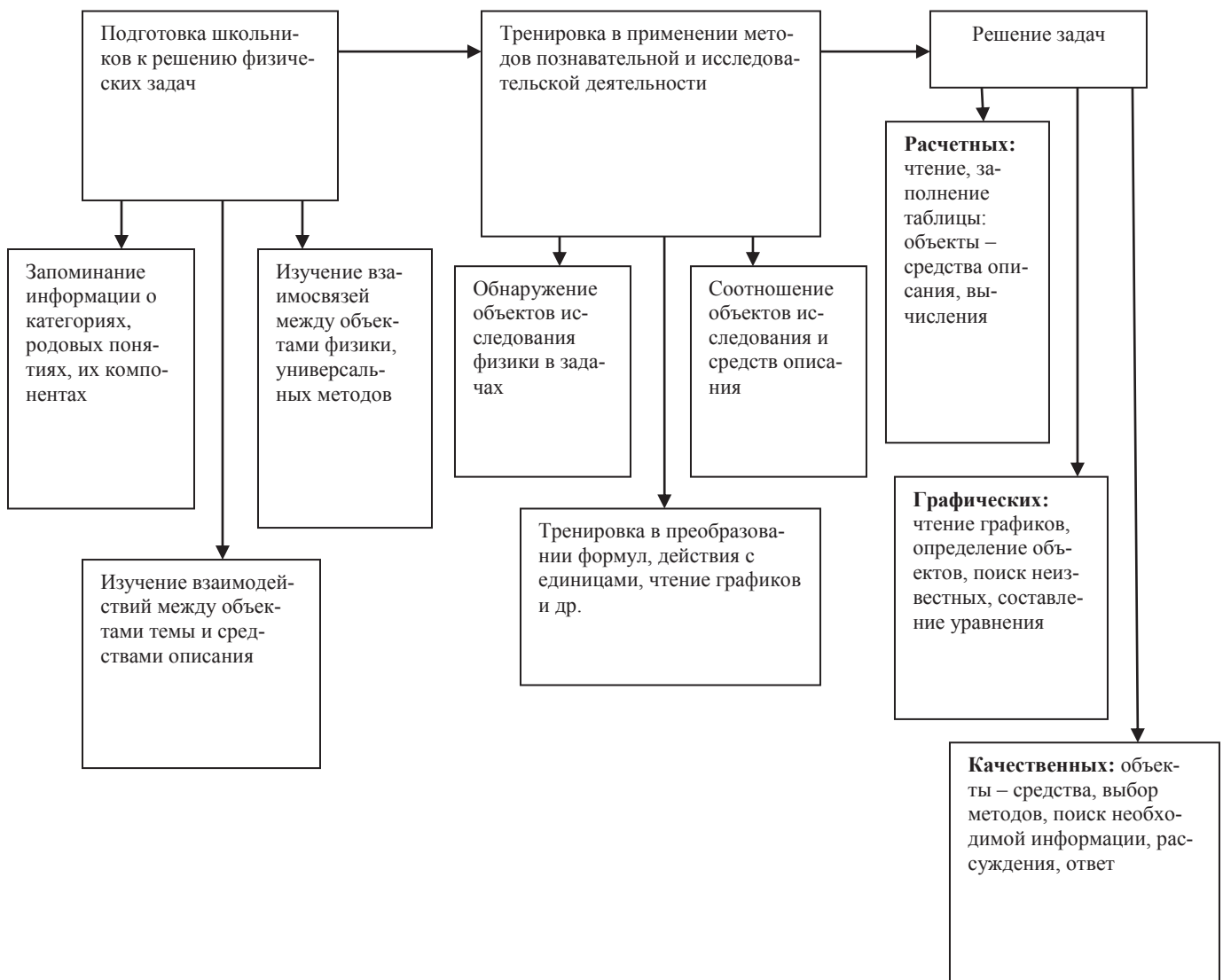


Рис. 1. Модель организации познавательной деятельности при обучении решению задач

В модели организации познавательной деятельности при обучении школьников решению физических задач выделено три этапа: подготовка школьников к решению физических задач, тренировка в применении методов познавательной деятельности, решение задач.

На первом этапе подготовки школьников к решению физических задач необходимо организовать усвоение систематизации понятий учебной дисциплины «Физика», которая изложена выше, включая построение индуктивных связей между понятиями изучаемой темы.

На втором этапе целесообразно организовать упражнения учащихся в преобразовании формул. Для тренировки в преобразовании формул необходимо актуализировать правила математики для нахождения неизвестных компонентов.

На втором этапе целесообразно организовать тренировку по использованию метода анализа текстов расчетных задач. Половину решения задачи составляет грамотно выполненный анализ. Чтобы школьник смог самостоятельно проанализировать задачу, ему необходимо сообщить следующие ориентиры:

– В задаче следует обнаружить материальную систему.

– Определить, какие тела, вещества, частицы, поля входят в состав материальной системы. Определить, какую роль они выполняют (может

быть, роль источника тепла или потребителя тепла).

– Какие состояния, свойства рассматриваются в материальной системе?

– Какие явления происходят в материальной системе?

– Соотнести средства описания с объектами исследования.

– Найти взаимосвязи между средствами описания. Выделить искомые и данные величины.

– Сделать рисунок, начертить схему.

Чтобы предложенный план анализа стал ориентировочной основой для выполнения умственных действий, необходимо им пользоваться систематически. Если мы посмотрим на процесс решения по традиционному методу, при котором требуется только кратко записать условие задачи, а все остальное делать в уме, не проговаривая то, какие объекты исследования физики представлены в задаче, – это не будет способствовать формированию метапредметных и предметных результатов обучения, требуемых основной образовательной программой [1, с. 5].

Приведем несколько примеров анализа текстов задач. Составим рекомендации к решениям.

**Задача 1.** В проводнике сопротивлением 2 Ом, подключенном к элементу с ЭДС 1,1 В, идет ток 0,5 А. Какова сила тока при коротком замыкании элемента? [5, с. 106]

Таблица 2

**Анализ задачи 1**

№ п/п	Выделить объекты исследования	Соотнести средства описания с объектами исследования, определить связи между средствами описания
1	В задаче рассматриваются две материальные системы – полная электрическая цепь; источник тока, замкнутый накоротко	1. Замкнутая электрическая цепь характеризуется законом Ома для полной цепи $I_1 = \frac{\varepsilon}{R+r}$ . В формуле неизвестно внутреннее сопротивление элемента. 2. При коротком замыкании внешнее сопротивление пренебрежимо мало, $R=0$ , тогда $I_2 = \frac{\varepsilon}{r}$ . В формуле два неизвестных: сила тока короткого замыкания и внутреннее сопротивление источника тока
2	Элемент – источник тока – компонент электрической цепи, источник электрического поля	ЭДС=1,1В, $r$ – внутреннее сопротивление источника тока – неизвестная величина
3	Электрическое свойство проводника (проводник – компонент электрической цепи)	Характеризуется сопротивлением в 2 Ома
4	Электрический ток в первой цепи – явление, происходящее в первой материальной системе	Сила тока $I_1=0,5$ А
5	Короткое замыкание – явление, происходящее во второй материальной системе	Сила тока при коротком замыкании – искомая величина $I_2$

Рекомендации к решению: составить систему уравнений, используя закон Ома для полной цепи

для сил тока  $I_1$  и  $I_2$ . В системе два неизвестных. Необходимо ее решить относительно силы тока  $I_2$ .

**Задача 2.** Шары массами 6 и 4 кг, движущиеся навстречу друг другу со скоростью 2м/с каждый относительно Земли, соударяются, после чего

движутся вместе. Определите, какое количество теплоты выделится в результате соударения [6, № 25].

Таблица 3

**Анализ задачи 2**

№ п/п	Выделить объекты исследования	Соотнести средства описания с объектами исследования, определить связи между средствами описания
1	В задаче рассматривается замкнутая материальная система: Земля и два шара	Система отсчета, положительное направление оси совпадает с направлением движения большего шара.
2	Два шара – компоненты материальной системы, которые обладают свойством «инертность»	Инертность характеризуется массой. Массы шаров $m_1 = 6\text{кг}$ , $m_2 = 4\text{кг}$
3	Шары движутся равномерно навстречу друг другу	Модули скоростей одинаковы: 2 м/с. Импульсы шаров: $\vec{p}_1 = m_1 \vec{v}_1$ , $\vec{p}_2 = m_2 \vec{v}_2$ . Проекция импульсов шаров $p_1 = 12 \text{ кг*м/с}$ ; $p_2 = -8 \text{ кг*м/с}$ . $E_1 = \frac{m_1 v_1^2}{2}$ , $E_2 = \frac{m_2 v_2^2}{2}$
4	Столкновение шаров, деформация шаров	Изменение скорости шаров при столкновении. Закон сохранения энергии: изменение кинетической энергии при столкновении шаров равно количеству теплоты, которая выделяется при деформации шаров в момент столкновения. Количество теплоты – искомая величина
5	Движение шаров после столкновения	$\vec{u}$ – скорость шаров после столкновения, неизвестная величина; $m = 10\text{кг}$ – масса двух шаров. Импульс соединившихся шаров после соударения $\vec{p} = m \vec{u}$ . Кинетическая энергия соединившихся шаров после столкновения: $E_3 = \frac{m u^2}{2}$ . Закон сохранения импульса и энергии: $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m \vec{u}$ ; $Q = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{m u^2}{2}$ . Закон сохранения импульса в скалярной форме: $m_1 v_1 - m_2 v_2 = m u$

Рекомендации для решения: используя закон сохранения импульса, определяем скорость соединившихся шаров после столкновения. Затем, пользуясь законом сохранения энергии, вычисляем количество теплоты, которое выделилось при деформации шаров в момент соударения:

$$Q = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2)(m_1 - m_2)v}{2} \frac{(m_1 - m_2)v}{m_1 + m_2} = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} - \frac{(m_1 - m_2)v(m_1 - m_2)v}{m_1 + m_2} = \frac{(m_1^2 + 2m_1 m_2 + m_2^2 - m_1^2 + 2m_1 m_2 - m_2^2)v^2}{m_1 + m_2} = \frac{4m_1 m_2}{m_1 + m_2} v^2.$$

Ответ в общем виде:  $Q = \frac{4m_1 m_2}{m_1 + m_2} v^2$ . Вычислим количество теплоты, которое выделяется при соударении шаров  $Q = 19,2\text{Дж}$ .

Таким образом, опираясь на систематизацию понятий учебной дисциплины «Физика», можно научить школьников выявлять в задачах объекты

исследования, средства описания объектов исследования, определять взаимосвязи между средствами описания и успешно обучать решению задач, пользуясь разработанной нами инновационной методикой.

**Библиографический список**

1. Кезина, Л. П., Кондаков, А. М. ФГОС общего образования. [Электронный ресурс] / Л. П. Кезина, А. М. Кондаков. – Режим доступа: <http://standart.edu.ru> М., 2011 г.
2. Путина, Н. Д. Формирование познавательной самостоятельности школьников. Монография [Текст] / Н. Д. Путина // LAP, Lambert Academic Publishing, проект № 53800, 2012. – 138 с.
3. Путина, Н. Д. Формирование метапредметных знаний в процессе обучения физике в основной школе [Текст] / Н. Д. Путина // Ярославский педагогический вестник. – 2013. – Т. II. – № 3. – С. 87–91.
4. Путина, Н. Д. Индуктивный и дедуктивный анализ учебной информации по физике как средство реа-

лизации требований стандарта общего среднего образования [Текст] / Н. Д. Путина // Ярославский педагогический вестник. – 2015. – Т. II. – № 2. – С. 39–45.

5. Рымкевич, А. П., Рымкевич, П. А. Сборник задач по физике для 10–11 классов [Текст] / А. П. Рымкевич, П. А. Рымкевич. – М. : Дрофа, 2004. – 384 с.

6. WWW. Fipi.ru. Демонстрационный вариант контрольно-измерительных материалов для проведения ОГЭ в 2016 г.

#### **Bibliograficheskiy spisok**

1. Kezina, L. P., Kondakov, A. M. FGOS obshhego obrazovaniya. [Elektronnyj resurs] / L. P. Kezina, A. M. Kondakov. – Rezhim dostupa: //http://standart.edu.ru М., 2011 г.

2. Putina, N. D. Formirovanie poznavatel'noj samostojatel'nosti shkol'nikov. Monografija [Текст] /

N. D. Putina // LAP, Lambert Academic Publishing, proekt № 53800, 2012. – 138 s.

3. Putina, N. D. Formirovanie metapredmetnyh znaniy v processe obuchenija fizike v osnovnoj shkole [Текст] / N. D. Putina // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. – 2013. – Т. II. – № 3. – С. 87–91.

4. Putina, N. D. Induktivnyj i deduktivnyj analiz uchebnoj informacii po fizike kak sredstvo realizacii trebovanij standarta obshhego srednego obrazovaniya [Текст] / N. D. Putina // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. – 2015. – Т. II. – № 2. – С. 39–45.

5. Rymkevich, A. P., Rymkevich, P. A. Sbornik zadach po fizike dlja 10–11 klassov [Текст] / A. P. Rymkevich, P. A. Rymkevich. – М. : Дрофа, 2004. – 384 с.

6. WWW. Fipi.ru. Демонстрационный вариант контрольно-измерительных материалов для проведения ОГЭ в 2016 г.