

## PEDAGOGY

---

Gulyaeva L.V., Gulyaeva T.V.

### COMPETENCE-ORIENTED TRAINING PHYSICAL PROBLEMS FOR SENIOR PUPILS

Gulyaeva L.V., Ukraine, Zaporizhzhya National  
Technical University, Candidate of Pedagogical Sciences,  
Associate Professor

Gulyaeva T.V., Ukraine, Zaporizhzhya National  
Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate  
Professor

#### Abstract

*The problem of the formation of physical knowledges of senior pupils at solving of competence-oriented training physical problems in the context of acquaintance with modern technical devices such as electrophotographic copying was studied in the article.*

**Keywords:** competence-oriented training physical problems, senior pupils, operations of the electrophotographic process.

**Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научно-практическими задачами.** На современном этапе образовательная политика в Украине направлена на профилизацию учебно-воспитательного процесса в современных общеобразовательных учебных заведениях. Формирование физических знаний школьников и осознание их важности лично для старшеклассников, развитие психических процессов учащихся, их познавательного интереса, мотивации к обучению происходит, прежде всего, в процессе решения физических задач. В методике преподавания физики создана целостная система учебных физических задач с целью организации учебно-познавательной деятельности учащихся в

#### 4th the International Conference on the Transformation of Education 2016

общеобразовательных учебных заведениях, но недостаточна в условиях профильного обучения старшеклассников в современных общеобразовательных учебных заведениях.

**Анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы.** Ученые, методисты, учителя-практики в области методики преподавания физики в общеобразовательных учебных заведениях Бугаев А.И., Гончаренко С.У., Кац Ц.Б., Коршак Е. В., Ланина И.Я., Ляшенко А.И., Павленко А. И., Савченко В. Ф., Сергеев А.В., Шарко В.И. и другие предложили для старшеклассников физические задачи межпредметного содержания, методические, практические рекомендации для учителей физики по их решению, составлению.

**Цель статьи.** Для более глубокого осмысления старшеклассниками содержательных линий, предусмотренных программными требованиями по физике в современных общеобразовательных учебных заведениях, представить примеры компетентностно-ориентированных физических задач. Предлагаем компетентностно-ориентированные физические задачи в контексте ознакомления с современными техническими устройствами, которые интегрированы в различные сферы деятельности современного человека: производство, конструкторские бюро, государственные и частные учреждения, быт на примере средств репрографии, в частности, электрофотографического копирования.

**Основное содержание статьи.**

Компетентностно-ориентированные учебные физические задачи – инструмент по формированию на основе обыденного знания старшеклассников эмпирических, теоретических, практических знаний путем соответствующего их познания в ситуациях, которые наиболее отражают современный опыт человечества и лично важны для старшеклассников.

На наш взгляд, компетентностно-ориентированные учебные физические задачи в условиях профильного обучения старшеклассников в современных общеобразовательных учебных заведениях имеют некоторое отличие от физических задач при традиционных подходах к обучению. Некоторые отличительные компоненты представлены в таблице (см. табл.1).

**4th the International Conference on the  
Transformation of Education 2016**

**Таблица 1 – Некоторые отличительные компоненты  
компетентно-ориентированных учебных физических  
задач и учебных физических задач при традиционном  
подходе к обучению в общеобразовательных учебных  
заведениях**

Компоненты физической задачи	Учебная физическая задача при традиционном подходе к обучению	Компетентно-ориентированная учебная физическая задача
Целевой	Решение физических задач направлено на формирование физических знаний, умений, навыков старшеклассников согласно требованиям программы по физике в общеобразовательных учебных заведениях.	Направленность физических задач согласно содержательных линий курса физики на формирование способности школьников применять лично значимые физические ЗУН, способы деятельности в разнообразных сферах деятельности человека.
Содержательный	В условии физических задач, зачастую, представлены абстрактные ситуации.	Использование специально трансформированных физических задач, в которых интегрированы современные достижения науки, техники, производства, жизненный опыт учащихся.
Деятельностный	При решении физических задач используются традиционные сборники физических задач	Решение физических задач направлено на способность учащихся к овладению ЗУН, необходимых им в различных жизненных ситуациях с использованием сборников физических задач межпредметного содержания и составленные самостоятельно учителем или совместно с учащимися для каждой конкретной группы старшеклассников.
Контекстный	Эпизодическое использование текстовых, графических, качественных, экспериментальных учебных физических задач межпредметного содержания.	Формирование ключевых, предметных, межпредметных компетентностей. Использование интегрированных физических задач, в содержании которых в системе отражены компоненты научных знаний будущей профессиональной деятельности школьников.
Рефлексивный	Ориентированы на проверку ЗУН учащихся согласно критериев к учебным достижениям старшеклассников.	Способствуют созданию учащимися индивидуальной траектории их развития.

Таким образом, компетентно-ориентированные учебные физические задачи способствуют:

- осуществлению компетентного, лично-ориентированного, деятельностного подходов при обучении школьников, в результате чего повышается уровень практической направленности учебно - познавательной деятельности старшеклассников;

#### 4th the International Conference on the Transformation of Education 2016

- реализации принципа обучения, а именно: системности, функциональности, обобщенности физических знаний учащихся, что приводит к пониманию учащимися современной системы физико - технических знаний, повышению уровня осознания школьниками содержательных линий, указанных в профильной программе по физике для общеобразовательных учебных заведений.;

- развитию технического мышления старшеклассников;

При составлении компетентностно-ориентированных учебных физических задач должны выполняться определенные требования:

- ознакомление учителем физики с назначением, принципом действия, техническим устройством, технологическими процессами работы современных технических устройств, технологических установок, которые будут являться инструментом изучения физических теорий, физических закономерностей физических законов, формирования физических понятий у старшеклассников;

- продумывание учителем физики типичных ситуаций, сценариев отдельных учебных занятий, циклов учебных занятий, внеклассной работы согласно содержательных линий, отраженных в программных требованиях по физике для старшей школы;

- использование учителем физики фактического научного материала: технических данных, фотографий технических устройств, рисунков, моделирующих технологические процессы с использованием различных информационных источников.

Отметим также некоторый отличительный подход к составлению компетентностно-ориентированных учебных физических задач по сравнению учебными физическими задачами, которые представлены в традиционных сборниках учебных физических задач для старшеклассников.

В традиционных сборниках учебных физических задач для старшеклассников представлен широкий спектр текстовых, графических, качественных, экспериментальных учебных физических задач, в условии которых для получения ответа на вопрос (одного - двух) к задаче содержатся:

- полные данные;

- неполные данные, что требует, преимущественно, умений пользоваться таблицами постоянных величин;

- латентные величины (например, «автомобиль отъезжает от остановки...»), то есть, начальная скорость автомобиля равна нулю).

#### 4th the International Conference on the Transformation of Education 2016

При составлении компетентностно-ориентированных учебных физических задач мы не отказываемся от этих достаточно хорошо зарекомендовавших себя данных методических подходов. В условии компетентностно-ориентированных учебных физических задач можно предложить информационный научный объект, то есть некий научный физический рассказ, составленный благодаря использованию различных информационных источников. В информационном научном объекте (условии) компетентностно-ориентированных учебных физических задач представлено:

- как можно больше информации о принципиальных конструкторских особенностях, процессе работы отдельных частей, механизмов технических устройств;

- перечень вопросов - задач согласно содержательных линий, предусмотренных «Программой по физике для общеобразовательных учебных заведений».

В этих вопросах – задачах не указаны конкретные данные. При решении данных вопросов – задач старшеклассники, используют информационный научный объект, и:

- моделируют учебную ситуацию;
- формулируют условие учебной физической задачи, используя конкретные данные для конкретной ситуации;
- выбирают альтернативные методы достижения поставленной цели;
- анализируют полученный ответ с конкретными техническими характеристиками.

Необходимо отметить, что решение компетентностно-ориентированных учебных физических задач в таком ключе достигается при систематическом их использовании в учебно-воспитательном процессе по физике в старшей школе.

Ниже приведены некоторые примеры компетентностно-ориентированных учебных физических задач на примере электрофотографического копирования, то есть многократного воспроизведения печатной информации (текстов, рисунков, фотографий и т.п.). Предоставим некоторые рекомендации к предложенным ниже задачам

В задачах 1 – 6 представлено описание некоторых технических и технологических характеристик с целью ознакомления учащихся с ними и формирования фундаментальных физических знаний, коммуникативной, проектно-технологической, общекультурной, информационно-коммуникационной, и других компетентностей.

#### 4th the International Conference on the Transformation of Education 2016

**Задача 1.** Электрофотографический барабан в копировальных аппаратах и лазерных принтерах предназначен для многократного получения электростатического изображения. Фоторецептор имеет вид пустого внутри алюминиевого цилиндра длиной 21 см и больше (несколько десятков см), на который нанесен слой фотопроводника. Фотопроводник покрыт защитным слоем лака с целью продления его срока работы.

В современных условиях, прежде всего, учитывая различные факторы, используют четыре основных типа фоторецепторов: SeTe (селен-теллур),  $As_2Se_3$  (триселенид арсена), ОРС (органический фотопроводник) и  $\alpha$ -Si (аморфный кремний). Для изготовления фотопроводящего слоя фотобарабана (одного из первых) в копировальных аппаратах использовали следующие фотопроводящие материалы: чаще аморфный селен ( $\alpha$ -Se) и также селен с примесью арсена, теллура, талия и другие. На рисунке 1 представлена фотография аморфного селена.



**Рисунок 1 – Фотография аморфного селена.**

Например, тонкий слой аморфного селена напыляют путем вакуумного испарения при температуре 240...250 °С на электропроводящую подложку из алюминия с температурой 50 - 70 °С путем быстрого охлаждения. Скорость охлаждения - 1 мкм/мин. В результате оседания паров селена на подложку образуется зеркальная поверхность толщиной 20...100 мкм. Пары селена – яд, допустимая концентрация паров селена не должна превышать в воздухе 2 мг/м<sup>3</sup>, а в воде - 0,01 мг/м<sup>3</sup>. Газообразный селен в виде отдельных атомов существует при температуре более 1500 °С. При температуре менее 900 °С чаще всего встречаются молекулы Se<sub>6</sub>, более – 1000 °С - Se<sub>2</sub>. Формула технического селена - Se. Плотность чистого селена (99,992%) - 4,8 г/см<sup>3</sup>, плотность аморфного селена - 4,28 г/см<sup>3</sup>.

#### 4th the International Conference on the Transformation of Education 2016

*Задача 1.1.* Сколько времени может длиться осаждение паров селена на подложку фотобарабана для образования слоя селена толщиной 50 мкм?

*Задача 1.2.* Определить количество молекул газообразного селена, которое может попасть в легкие человека объемом 1 дм<sup>3</sup> при допустимой их концентрации в воздухе?

*Задача 1.3.* Определить количество атомов технического селена, которое оседает на подложку алюминиевого фотобарабана радиусом 5 см и длиной 300 мм в течение одного часа.

*Задача 1.4.* Определить концентрацию паров селена (Se) при условии высокого вакуумного его испарения при давлении 10<sup>-7</sup> мм рт.ст.

*Задача 1.5.* Во сколько раз отличается концентрация молекул Se<sub>6</sub> и Se<sub>2</sub> в равных объемах?

*Задача 1.6.* В качестве фотопроводящего слоя фоторецепторов в копировальных аппаратах используют соединения селена и арсена - триселенид арсена (As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>). Определить: массу молекулы этого соединения, массу 3 моль данного вещества, концентрацию молекул в слое фотовещества толщиной 1,5 мкм на фотобарабане диаметром 7 см и длиной 30 см.

**Задача 2.** Тонер - специальный порошок, который находится в катридже принтера. С помощью тонера согласно электростатического принципа создается видимое изображение копировального документа. Частицы тонера - это гранулы полимера, воска, покрытых слоем окислов металлов и пигмента. В зависимости от цветовой модели СМΥК используют четыре типа красящего тонера: черный, желтый, голубой, пурпурный. Частицы тонера имеют, как правило, шарообразную форму. Тонер, находящийся в заполненном катридже имеет массу 100 г, объем 15 см<sup>3</sup>. На рисунке 3 представлена фотография частиц тонера, которые можно наблюдать с помощью микроскопа.

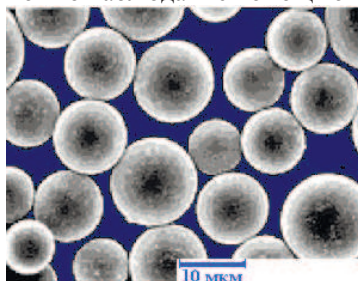


Рисунок 2 – Фотография частиц тонера.



## 4th the International Conference on the Transformation of Education 2016

*Задача 2.1.* По фотографии (см. рис.2) оценить средний размер частиц тонера, средний объем частиц тонера, плотность тонера; оценить собственный объем, который могут занимать частицы тонера в катридже;

*Задача 2.2.* Известно, что в некоторых копируемых аппаратах тонера хватает на 1500 копий листа А-4. Определить среднее количество частиц тонера в результате их плотного расположения на площади листа  $5 \text{ см}^2$ .

**Задача 3.** Первым шагом электрофотографического процесса является электризация фотобарабана. Электризуют фотопроводящий слой коронным разрядом, который генерирует коротрон. В процессе электризации вращающегося фотобарабана на его поверхности с одинаковой поверхностной и объемной плотностью одной полярности и величины распределяются электрические заряды (ионы коронного разряда в электрическом поле [5, с. 114]. Поверхностный потенциал может повышаться до потенциала ионизации 3 - 8 кВ и сохраняться на протяжении всего коронного разряда. Среднее расстояние между электродом и электрофотобарабаном – 10...20 мм [1, 3, 5, 11]. Удельное сопротивление аморфного селена изменяется в пределах от  $3,6 \cdot 10^4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  ( $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ) до  $4,2 \cdot 10^{16} \text{ Ом}\cdot\text{м}$  ( $35 \text{ }^\circ\text{C}$ ). [12, с.228].

*Задача 3.1.* Определить энергию ионизации воздуха.

*Задача 3.2.* Какую наименьшую скорость может иметь электрон для того, чтобы произошла ионизация воздуха?

*Задача 3.3.* При какой напряженности поля может возникнуть разряд в воздухе, если средняя длина свободного пробега электронов 15 мм?

*Задача 3.4.* При какой температуре средняя кинетическая энергия молекул воздуха способна превысить энергию ионизации, если потенциал ионизации достигает 1000 В? Как отличается данная температура от температур солнечного излучения (6000 К)?

**Задача 4.** Известно [7, 11], что после прекращения коронного разряда потенциал уменьшается до 600 В, создается внешнее электрическое поле. Дальнейшее изменение поверхностного потенциала происходит в процессе экспонирования.

*Задача 4.1.* Определить напряженность внешнего электрического поля электрофотобарабана в момент начала экспозиции.

*Задача 4.2.* Оценить диаметр, площадь поверхности электрофотобарабана на основании размеров прямоугольника (210x300 мм).



#### 4th the International Conference on the Transformation of Education 2016

*Задача 4.3.* Оценить электрический заряд, который может быть распределен на поверхности электрофотоаппарата копировального аппарата.

*Задание 4.4.* Оценить поверхностную и объемную плотность селенового слоя.

**Задача 5.** В фотокопировальных аппаратах для получения электростатического изображения используют различные источники света. Ведущие фирмы мира с целью решения различных полиграфических задач (печатание с разной скоростью, разным количеством копий и т.д.) для изготовления фоторецепторов копировальных аппаратов используют различные материалы, в которых под действием света определенного диапазона длин волн генерируется определенное количество электрических зарядов, например:

- аморфный селен ( $\alpha$ -Se) чувствителен к синей области спектра;

- селен с примесью арсена, теллура, талия и других компонентов расширяют спектральную чувствительность в пределах видимого диапазона и ближайшего инфракрасного излучения [6].

*Задача 5.1.* Определить массу, энергию, импульс фотонов синей части видимого участка спектра, к которой чувствителен аморфный селен ( $\alpha$ -Se).

*Задача 5.2.* Аморфный гидрированный силиций ( $\alpha$ -Si:H) - материал, который используют для изготовления фоторецепторов, чувствительных к видимому диапазону, но больше к длине волны 780 нм, который генерирует GaAlAs - лазер мощностью 5 мВт. Определить количество фотонов, которые попадают на поверхность фотоаппарата копировального аппарата.

*Задача 5.3.* Определить давление света при облучении фотоаппарата длиной волны 450 нм.

**Задача 6.** В копировальном аппарате в оптической части используется лазер. Известно, что роговица, кристаллик, стекловидное тело прозрачны для волн в диапазоне 400 ... 1400 нм и считаются опасными для сетчатки глаза человека. При поглощении сетчаткой глаза лазерного излучения данного диапазона происходят необратимые процессы, вызванные тепловыми, фотохимическими процессами. Рефлекс моргания глаза длится 0,25 с и помогает отвести взгляд от яркого излучения. Энергии лазерного излучения достаточно для повреждения сетчатки глаза человека менее, чем за 0,25 с. Кроме того, этот защитный механизм неэффективен для длины волн 400 ... 1400 нм. Лазер работает в импульсном режиме.

#### 4th the International Conference on the Transformation of Education 2016

Длительность каждого импульса лазера - менее 10 мкс. И при незначительной энергии лазерного излучения, например, 5 мВт в ткани сетчатки глаза человека генерируются ударно - акустические волны, которые приводят к разрыву тканей сетчатки глаза большой площади [6].

*Задача 6.1.* По графику [2], который представлен на рисунке (см. рис.3) определить диапазон волн, которые считаются опасными для сетчатки глаза человека.

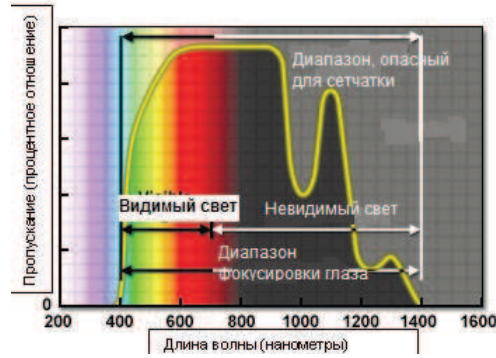


Рисунок 3 – Спектр излучения.

*Задание 6.2.* Сравнить энергию, которую может пропускать глаз человека при облучении его лазером в диапазоне волн, которые опасны для сетчатки глаза человека.

*Задача 6.3.* Сколько фотонов попадает на сетчатку глаза человека в течение времени рефлекторного моргания глаза человека?

*Задача 6.4.* Сколько импульсов лазерного излучения происходит в течение 0,25 с?

**Вывод.** Благодаря изучению системы структурных элементов современных технологических процессов, технических устройств, которые интегрированы в школьный курс физики, создается система физических знаний старшеклассников. Компетентностно-ориентированные учебные физические задачи направлены на осознание учениками того, что цель изучения системы физических знаний - это возможность их практического использования в различных сферах деятельности человека. В компетентностно-ориентированных учебных физических задачах трансформирован в систему научный, технический, технологический, социальный опыт в различных сферах деятельности человечества в контексте формирования ключевых, общепредметных, предметных компетентностей в

#### 4th the International Conference on the Transformation of Education 2016

рамках учебно-воспитательного процесса по физике в профильной школе.

Анализ различных научных, научно – популярных источников [1–11] позволяет учителем физики общеобразовательных учебных заведений систематизировать операции электрофотографического процесса соответственно темам школьного курса физики, которые обосновывают операции электрофотографического процесса (см. табл. 2).

**Таблица 2 – Соответствие тем школьного курса физики общеобразовательных учебных заведений, которые обосновывают операции электрофотографического процесса операциям электрофотографического процесса**

Темы школьного курса физики общеобразовательных учебных заведений, которые обосновывают операции электрофотографического процесса	Операции электрофотографического процесса
Механическое движение. Период, частота вращения. Линейная скорость, центростремительное ускорение	Вращение фоторецептора. Зарядка электрофототовала. Разряд электрофототовала
Основы МКТ	Строение фоторецептора, строение тонера
Электризация. Электрический заряд. Электрическое поле. Силовая, энергетическая характеристики электрического поля. Поверхностная и объемная плотность электрического заряда.	Зарядка электрофототовала. Разряд электрофототовала. Перенос изображения. Отделение листов.
Электрический ток в полупроводниках	Строение фоторецептора. Зарядка электрофототовала. Разряд электрофототовала
Электрический ток в газах. Коронный разряд. Ионизация.	Зарядка электрофототовала. Разряд электрофототовала. Перенос изображения. Отделение листов.
Законы геометрической оптики. Оптические приборы. Линза. Источники света. Фотоэффект. Лазер	Экспонирования. Зарядка электрофототовала. Разряд электрофототовала.

Исследования следует продолжить в направлении создания учебно-методического комплекса, например,

#### 4th the International Conference on the Transformation of Education 2016

используя таблицу 2 согласно содержательных линий действующей программы по физике для профильного обучения старшеклассников.

##### References:

- [1] Aleshin L.I. Kopirovalno-mnozhitelnaya tehnika v biblioteke: uchebnoe posobie / L.I. Aleshin. – M: Litera, 2009. – 157 p.
- [2] Apparatnie kompleksi, osnovannie na kvantovoy optike / [elektronniy resurs] – Rezhim dostupa. – URL: [http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/biofiz/lectures\\_stud/ru/stomat/ptn/Медицинская%20физика%20диагностического%20и%20лечебного%20оборудования/1%20курс/05\\_Аппаратные%20комплексы%20квантовой%20оптики.htm](http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/biofiz/lectures_stud/ru/stomat/ptn/Медицинская%20физика%20диагностического%20и%20лечебного%20оборудования/1%20курс/05_Аппаратные%20комплексы%20квантовой%20оптики.htm)
- [3] Gulyaeva L.V. Kompetentnistniy pidhid u navchanni fiziki v starshiy shkoli / Zbirnik naukovih prats Berdyanskogo derzhavnogo pedagogichnogo universitetu (Pedagogichni nauki). – Berdyansk: BDPU, 2011.- № 2. – P. 92 -99.
- [4] Zanimatilnaya kniga znaniy v voprosah I otvetah: pechataetsya po izdaniy serii Questions and Answers / Filip Bruks, Fergus Kolinz, Barbara Teylor. – M.: Maxaon, 2011. – 160 p.
- [5] Kalmanson V.A. Elektrofotograficheskie metodi i sredstva vosproizvedeniya informatsionnih materialov / V.A. Kalmanson. – M.: IPKIP, 1975. –190 p.
- [6] Lazernaya bezopasnost / [elektronniy resurs] – Rezhim dostupa. – URL: [http://www.stormof.ru/articles\\_565\\_66.html](http://www.stormof.ru/articles_565_66.html).
- [7] Slutskiy A.A. Elektrostatischeeskaya fotografiya. / A.A. Slutskiy. – M.: Iskustvo, 1984. – 126 p.
- [8] Fizicheskie svoystva / [elektronniy resurs] – Rezhim dostupa. – URL: <http://metal-archive.ru/metallurgiya-chistyh-metallov/2287-svoystva-selena-i-ego-soedineniy.html>.
- [9] Fridkin V.M. Fizicheskie protsessi elektrofotograficheskogo protsessa. / V.M. Fridkin. – L.: Energiya, 1965. – 289 p.
- [10] Chto iz sebya predstavlyaet fotobaraban / [elektronniy resurs] – Rezhim dostupa. – URL: [http://zapravka-kartridzhej.ru/fo\\_tobaraban.html](http://zapravka-kartridzhej.ru/fo_tobaraban.html).
- [11] Shevchenko B.M. Posobie po elektrografii / B.M. Shevchenko. – K.: Texnika, 1976. – 200 p.

**4th the International Conference on the  
Transformation of Education 2016**

[12] Shaffet R. Elektrofotografiya. / R. Shaffet. / Pod redaktsiey  
d-ra fiz.-mat. nauk, prof. V.M. Fridkina, kand. teh. nauk  
A.B. Dravina. – M.: Mir, 1968. – 334 p.