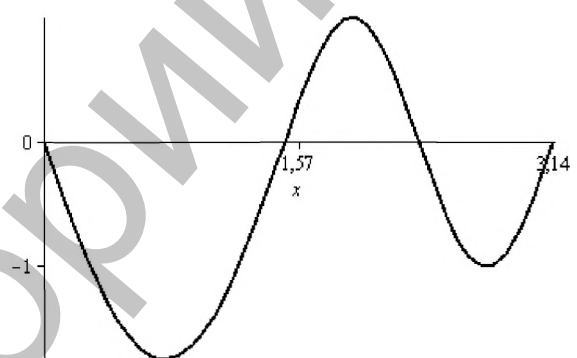
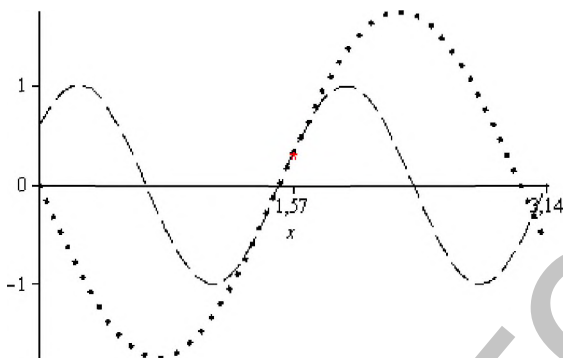


В случаях  $\lambda = a$  и  $\lambda > a$  также имеются решения поставленной задачи. Например, при  $a = 10$  первое собственное значение  $\lambda_1 = 14,46$ , а соответствующие графики имеют вид:



**Заключение.** Таким образом, для задачи Штурма–Лиувилля со ступенчатым потенциалом для различных соотношений параметров  $\lambda$  и  $a$  найдены собственные значения и соответствующие им собственные функции. Показана определенная точность полученных результатов.

1. Тихонов, А.Н. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. 6-е изд. – М., 1999. – 742 с.

## ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ СРЕДНИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ К ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫМ ЭТАПАМ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО ФИЗИКЕ

*О.В. Пышненко  
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

Настоящая статья написана на основании опыта многолетней работы автора в качестве члена жюри областного и республиканского этапов олимпиады по физике и работы в качестве преподавателя на сборах при подготовке команды Витебской области к заключительному – республиканскому этапу олимпиады по физике. При многократном обсуждении проблем подготовки учащихся средних школ для участия в олимпиадах по физике различного уровня с коллегами – вузовскими преподавателями и учителями школ постоянно возникает одинаковый ряд вопросов: «чему учить?» и «как учить?». Ответы на эти вопросы неоднозначны. Если на школьном и районном этапах олимпиады по физике мы сталкиваемся с задачами повышенной сложности на уровне школьной программы по физике, то на областном и республиканском уровнях содержание условий олимпиадных заданий непредсказуемо. Поэтому в настоящей работе была поставлена цель – определить главные проблемы, возникающие при подготовке

школьников – участников областного и республиканского этапов олимпиады по физике и предложить возможные пути решения этих проблем.

**Материал и методы.** В качестве материалов для исследования использовались: олимпиадные задания областного и республиканского этапов олимпиады по физике; учебно-методические пособия и электронные образовательные ресурсы по физике. Методы исследования – аналитические, сравнительно-сопоставительные.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ олимпиадных заданий последних десяти лет показывает, что при подготовке учащихся – участников олимпиад возникает ряд проблем, которые можно систематизировать следующим образом:

**Проблема № 1** – Расширение кругозора учащихся по-практически всему общему курсу физики физических специальностей ВУЗов. Действительно, анализ заданий областных и республиканских этапов за предыдущие годы показал, что задания могут включать учебный материал практически по всему курсу общей физики, изучаемой на физических специальностях ВУЗов. Поэтому при подготовке участников олимпиады недостаточно использовать только школьные учебники по физике. Автор, на основании многолетнего опыта работы, предлагает использовать учебно-методические пособия «промежуточного» уровня между школьными и ВУЗовскими учебниками, такими, как [1, 2].

**Проблема № 2** – Необходимость формирования у учащихся компетенций применения аппарата высшей математики для решения физических задач. При решении этой проблемы необходимо определиться с кругом тех дополнительных вопросов высшей математики, которые необходимо изучать и, соответственно, отрабатывать практические умения и навыки их применения у участников олимпиады.

**Проблема № 3** – Как и когда все это делать? В рамках факультативных занятий рассмотреть такой объем учебного материала практически невозможно, что влечет за собой огромные дополнительные временные затраты.

Для восприятия учебного материала по физике на практически ВУЗовском уровне учащиеся должны обладать знаниями, умениями и навыками применения аппарата высшей математики для решения физических задач. Одновременно возникает и еще одна проблема – некоторый учебный материал по школьным предметам «алгебра» и «геометрия» вообще не изучается в школах Республики Беларусь на базовом уровне, а некоторые вопросы – и на повышенном уровне изучения математики. Стоит отметить, что с 2020-21 уч. года в рамках учебной программы по математике для средних школ Республики Беларусь в 10 классе, как на базовом, так и на повышенном уровне, уже отведено учебное время на изучение таких вопросов, как производная и её использование для исследования функций. Но, само календарно-тематическое планирование по математике предполагает изучение этих вопросов во второй половине 10 класса, а областной этап олимпиады по физике, как мы знаем, проходит в январе учебного года. Это означает, что весь этот учебный материал учащиеся должны изучать заранее – самостоятельно, потому, что на областном уровне олимпиады, даже учащиеся 10, а тем более 11 классов должны уже обладать такими навыками.

Помимо самостоятельного изучения хотя бы основ дифференциального исчисления, учащимся необходимо также самостоятельно изучать основы интегрального исчисления: неопределенный, определенный интеграл, простейшие дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными и дифференциальные уравнения второго порядка, позволяющие понижать порядок дифференциального уравнения.

Одним из возможных путей решения данной проблемы является взаимодействие учителей физики и математики. Однако, такое взаимодействие в самой школе практически невозможно, поскольку учителя математики загружены своей повседневной работой и работой со «своими» олимпиадниками. Тем более, что при подготовке олимпиадников по математике, изучение дифференциально и интегрального исчисления не требуется.

Вторым из возможных путей решения данной проблемы является подключение к подготовке участников олимпиады вузовских преподавателей, что возможно только в населенных пунктах, где есть соответствующие ВУЗы, что, естественно, ставит, как учителей, так и учащихся изначально в неравные условия. Причем такой путь решения проблемы с течением времени становится все более не осуществимым в связи со старением ППС ВУЗов.

На основании собственного опыта, автор настоящей работы предлагает еще один из возможных путей решения проблемы – использование современных возможностей Интернета. Действительно, в Интернете мы можем найти огромное количество разнообразных учебных материалов, в т.ч., по математике, в которых можно просто «утонуть». Автор предлагает использовать возможности Интернет-ресурса – Интернет-урок, расположенный по адресу <https://interneturok.ru/>, на котором можно найти библиотеку видеоуроков по школьной программе Российской Федерации (РФ) [3]. Содержание, например, дисциплины «Алгебра» соответствует поурочному календарно-тематическому планированию. «Плюсом» использования данного Интернет-ресурса является то, что вся текстовая часть материалов уроков доступна в свободном доступе и помимо текстового представления урок снабжен оффлайн видео-уроком, который проводит опытный преподаватель математики одного из ведущих учебных заведений Москвы или Санкт-Петербурга. Видео материалы подготовлены на высоком учебно-методическом уровне: учебный материал дозирован (объем одного видео-занятия – 15-20 минут); изложение четкое, логическое и, главное, понятное учащимся. Причем, текстовая информация, содержащаяся на странице, полностью соответствует речи преподавателя в видео-уроке. «Минусом» использования данного Интернет-ресурса является то, что большинство видео-уроков доступно только по платному абонементу. Однако, эту проблему можно решить иначе, отыскав такой же видео-урок на YouTube. Используя данный Интернет-ресурс, автор настоящей статьи предлагает проводить факультативные занятия при подготовке учащихся к олимпиаде по физике, используя следующую технологию:

- занятия должны проводиться в учебном классе, в котором есть возможность доступа к сети Интернет;

- после объявления темы и цели занятия преподаватель физики совместно с учениками просматривает видео-урок по соответствующей теме, используя возможности «Паузы» после рассмотрения небольших фрагментов урока. Например, учитель в видео-уроке показывает пример вычисления производной какой-нибудь функции. После нажатия «Паузы» учитель в классе повторяет на доске данный пример, отвечает на вопросы, дает возможность учащимся самостоятельно решить аналогичную задачу. Далее, просматривается очередной фрагмент и т.д.;

- после изучения всего материала урока учащимся предлагаются индивидуальные задания, задачи к которым также располагаются в конце страницы этого Интернет-урока;

- на следующем занятии преподаватель проверяет правильность выполнения заданий, разбирает сложные моменты, отвечает на вопросы.

Преимущества использования данной технологии в том, что:

- именно преподаватель математики методически грамотно излагает необходимый нам учебный материал;

- при самостоятельной работе учащиеся дома могут в любой момент «освежить» информацию в памяти, по-новому просматривая соответствующий видео-урок;

- учитель физики экономит время при подготовке такого факультативного занятия.

Используя такую технологию при изучении производной функции, неопределенного и определенного интеграла автору настоящей работы удалось при работе с учащимися гимназии в течение полугода выработать компетенции по их применению при решении физических задач, рассматриваемых в вышеупомянутых пособиях [1-2].

Если посмотреть на временные рамки изучения такого математического материала, то совершенно не обязательно проводить изучение всего материала в течение одного учебного года. Хотя, конечно, иногда приходится использовать технологию «мозгового штурма», но это не очень продуктивный метод, поскольку не удастся получить устойчивые, долговременные навыки использования математических методов при решении физических задач. Более результативным является метод, когда, например, в 9-м классе мы изучаем производную функции и ее использование при исследовании функций, физические задачи, в решении которых необходимо отыскивать экстремумы. В 10-м классе мы изучаем неопределенный и определенный интеграл и их применение к решению физических задач, поскольку именно в 10 классе на олимпиаде уже областного уровня появляются задачи по механике, термодинамике, электродинамике, для решения которых иногда требуется использование интегрального исчисления.

**Проблема № 4** – «Экспериментальный тур», на котором участники должны провести экспериментальное исследование, включающее проведение измерений, обработку их результатов, построение графиков и анализ полученных закономерностей. Причем, обработка экспериментальных результатов должна быть проведена с использованием метода наименьших квадратов или, например, нахождение каких-либо неизвестных физических параметров в нелинейных процессах – с использованием метода линеаризации функции. Основными трудностями этого тура являются: корректное трехкратное измерение необходимых физических характеристик не менее, чем по 10 точкам; корректное представление результатов экспериментальных измерений и вычислений в виде таблиц; правильное построение графиков; обработка экспериментальных результатов с использованием метода наименьших квадратов и нахождение каких-либо неизвестных физических параметров в нелинейных процессах с использованием метода линеаризации функции. Для тех, кто все-таки реально хочет разобраться с методом наименьших квадратов и методом линеаризации функции, автор рекомендует, например, книгу [4]. В главе, посвященной методу наименьших квадратов, помимо описания самого метода и примеров расчетов, приведены хорошие реальные физические примеры линеаризации нескольких экспериментальных зависимостей. По опыту использования можно утверждать, что школьники хорошо понимают приведенные в этой книге примеры. Конечно, основная дальнейшая трудность заключается в отработке навыков уже собственных исследований, проводимых при подготовке к олимпиаде.

**Заключение.** Таким образом, в результате проведенного анализа выявлены основные проблемы, возникающие при подготовке учащихся средних общеобразовательных учреждений – участников областного и республиканского этапов олимпиады по физике и предложены пути их решения.

1. Аксенович, Л.А. Физика в средней школе: теория, задания, тесты : учебное пособие для учреждений, обеспечивающих получение общего среднего образования / Л.А. Аксенович, Н.Н. Ракина, К.С. Фарино. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2004, 2011.
2. Бутиков, Е.И. Физика для углубленного изучения: в 3 т. : учеб.-метод. пособие для учащихся школ, гимназий, лицеев с углубл. изучен. физ.-мат. дисц. / Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев. – М.: Физматлит, 2018.
3. Библиотека видеоуроков школьной программы – Режим доступа: <https://interneturok.ru>. – Дата доступа: 28.01.2021.
4. Светозаров, В.В. Основы статистической обработки результатов измерений : учеб. пособ. / В.В. Светозаров. – М.: Изд. МИФИ, 2005. – 40 с.

## ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ НАХОЖДЕНИЯ КРАТНЫХ КОРНЕЙ АЛГЕБРАИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ПЯТОЙ СТЕПЕНИ

*Ю.В. Трубников, М.М. Чернявский  
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

Известно, что многие аналитические результаты, связанные с изучением дискриминантов полиномов, были получены классиками еще в начале XX века. Возможные попытки применения тех абстрактных конструкций к конкретным типам алгебраических уравнений не могли быть успешными, поскольку даже в простых случаях получались промежуточные громоздкие выражения, не пригодные для ручных вычислений.

Интерес к этой теме возродился в начале XXI века [1]. Этому способствовали развитие систем компьютерной алгебры и вычислительных возможностей компьютерной техники. Цель настоящей работы – на примере полинома пятой степени с заданными мультипликативными структурами получить точные формулы нахождения кратных корней в терминах дробно-рациональных функций от коэффициентов полинома. Из рассуждений, применяемых при выводе таких формул, видно, что аналогичные формулы могут быть получены для полиномов произвольной степени.

**Материал и методы.** Материалом исследования являются алгебраические полиномы пятой степени комплексного аргумента, имеющие кратные корни. Методы исследования – методы математического анализа с использованием системы компьютерной математики *Maple 2019*.

**Результаты и их обсуждение.** Рассмотрим алгебраическое уравнение пятой степени с комплексными коэффициентами  $b_i$  ( $i = \overline{1,5}$ )

$$P(z) = z^5 + b_1 z^4 + b_2 z^3 + b_3 z^2 + b_4 z + b_5 = 0. \quad (1)$$