

метричной модели,  $V_d(\rho)$  – предлагаемый модельный потенциал. С этим потенциалом в приближениях Хартри и Хартри-Фока проведены расчеты волновых функций и одноэлектронных энергий для 60 внешних валентных электронов в конфигурации  $s^2p^6d^{10}f^4g^{18}h^{10}$ . Параметр  $\rho$  выбирается таким образом, чтобы обеспечить максимальное соответствие расчи-

танных и экспериментальных ионизационных потенциалов  $IP_1=7.58$  eV,  $IP_2=11.50$  eV [4]. Для упрощения вычислений внутренние и суб-валентные электроны объединяются в замкнутые оболочки.

Как можно видеть из таблицы, наилучшее соответствие потенциалов ионизации достигается в приближении Хартри для  $\rho = 0.38$ .

Одноэлектронные энергии  $\varepsilon$  (eV) конфигурации,  $n_r = n - l - 1$

Приближение	inner (n, l) <sup>q</sup>	sub-val. (n, l) <sup>q</sup>	s <sup>2</sup>	p <sup>6</sup>	d <sup>10</sup>	f <sup>4</sup>	g <sup>18</sup>	h <sup>10</sup>
$n_r = 1$ , Хартри, $V_{\text{rect}}(d = 0.99 \text{ а.е.},$ $h = 73.0 \text{ Ry})$	core	180	-15.80	-15.06	-13.48	-15.05	-11.47	-7.61
$n_r = 1$ , Хартри-Фок, $V_d(\rho = 1.42)$	core	180	-17.94	-16.86	-15.44	-17.25	-12.64	-8.31
$n_r = 2$ , Хартри, $V_d(\rho = 0,38)$	120	180	-16.34	-16.08	-15.20	-13.46	-11.10	-7.61

### Литература

1. Gensterblum G. J. // Electr. Spectr. and Rel. Phen. 1996. Vol. 81. P. 89–223.
2. Ivanov V.K., Kashenock G.Yu., Polozkov R.G., Solov'yov A.V. // J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 2001. Vol. 34. P. 669–677.
3. Yabana K., Bertsch G.F. // Phys. Scr. 1993. Vol. 48. P. 633.
4. de Vries J. et al. // Chem. Phys. Lett. 1992. Vol. 188. P. 159.

УДК 53:372.8

Т.В. Альникова\*, Е.А. Румбешта\*\*

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

\* Средняя общеобразовательная школа № 50, г. Томск

\*\* Томский государственный педагогический университет

В настоящее время в практике школьного обучения возникает все большая потребность в применении проектных и исследовательских методов, однако их применение затруднено отсутствием должной методической подготовки учителей. Наши исследования и анализ журнальных публикаций по этому вопросу позволили сделать ряд выводов. Учителя затрудняются в понимании сущности проектного и исследовательского методов; не полностью понимают различия в целях, способах применения методов, в оценке результатов обучения; не четко выделяют качества и способности личности, наиболее успешно развиваемые в процессе применения проектного или исследовательского методов; затрудняются в оценке образовательных эффектов, появляющихся в результате их применения. В данной публикации предлагается способ решения некоторых названных проблем, стоящих перед учителем, внедряющим в практику новые технологии.

В настоящее время в научно-методической литературе уже существуют разъяснения по сути проектного и исследовательского методов в обучении, ос-

новывающиеся на различии видов деятельности, на организацию которой они направлены. Проектная деятельность – совместная учебно-познавательная деятельность, имеющая общую цель, согласованные способы деятельности, направленная на достижение конкретного результата деятельности. Исследовательская деятельность – деятельность учащихся, направленная на получение знания о предмете исследования, решение исследовательской задачи, предполагающая наличие этапов, характерных для исследования в научной сфере [1]. Установлено, что проектные методы чаще используются на гуманитарных предметах, а исследование, как метод обучения, более характерно для предметов естественного цикла – физики, химии, биологии. Поскольку исследовательский метод наиболее разработан в науке – физике, считаем, что обучение школьников исследованию может происходить наиболее эффективно при обучении физике как предмету.

Проектная деятельность является средством развития личности. Метод проектов поможет осуществить

взаимосвязь между естественнонаучным и гуманитарным знанием, так как позволяет выбрать каждому школьнику проекты в соответствии с его способностями, возможностями и потребностями. Наиболее распространен метод проектов в обучении технологии, так как его обязательным условием является изготовление готового продукта. Существует практика использования проектного метода во внеурочной деятельности и при обучении физике.

С введением профильного обучения значительно возрос интерес к исследованию как методу обучения. Это объясняется тем, что данный метод отвечает потребностям многих учащихся, особенно тех, кто выбирает физический профиль с дальнейшей ориентацией на поступление в технический вуз. Кроме того, как отмечается многими авторами, исследовательская деятельность учащихся является в настоящее время востребованной образовательной технологией, отвечающей задачам творческого развития, эффективной социализации, профессиональной мобильности молодого поколения. Применение данного метода дает возможность формировать компетенции, особенно востребованные в современном обществе: способность видеть и решать проблемы, способность совместно выполнять деятельность. Исследовательская деятельность способствует расширению диапазона знаний, развитию познавательного интереса, стремления к поиску, получению информации и новых ресурсов развития.

Однако существуют, как уже отмечалось выше, проблемы внедрения данного метода в школьное обучение. Так, А.В. Леонтович, О.Д. Калачихина, А.С. Обухова обращают внимание на необходимость определения роли и места исследовательской деятельности в организации образовательного процесса. Куда ее включать – в базовый, школьный компоненты учебного плана или осуществлять в виде дополнительного образования. Они же ставят вопрос об определении тематики и объема ученических исследований [2]. Н.Г. Алексеев исследует вопросы форм организации исследовательской деятельности школьников (факультатив, конференции). Он же рассматривает способы экспертизы исследовательской деятельности. В исследованиях М.М. Фирсовой рассматриваются вопросы выделения этапов проектно-исследовательской деятельности [3]. В то же время особенности взаимодействия учителя и ученика на различных этапах проектной и исследовательской деятельности в приводимых исследованиях не проявлены в полной мере.

В работах этих и ряда других авторов выявлены условия осуществления полноценной проектно-исследовательской деятельности. Таковыми являются: креативная среда; позиция учителя как организатора исследовательской, а не репродуктивной деятельности; возникновение между учеником и учителем равных субъект-субъектных отношений; создание внутренней мотивации на решение учебных проблем; совместная разработка критериев для оценки достижений учащихся

в данной деятельности; публичная оценка результатов деятельности. Эти условия, несомненно, являются важными, но недостаточными для успешного включения школьников в проектно-исследовательскую деятельность, так как проведенный авторами эксперимент показал обязательность еще одного условия – предварительной подготовки учащихся к исследованию. В процессе эксперимента нами также установлено, что овладение проектными умениями, как составляющими проектной деятельности, происходит достаточно успешно при выполнении учащимися учебных проектов. Такие проекты по физике выполняются учащимися уже с восьмого класса. При этом формируются следующие умения: спланировать деятельность, оценить результат деятельности, осуществить рефлексию, предъявить результат. Что касается исследовательских умений, то нами установлено, что для их формирования требуется специально разработанная обучающая программа. Для разработки программы были проанализированы составляющие учебно-исследовательской деятельности и выявлены умения, подлежащие формированию, именно: сформулировать проблему; высказать гипотезу по решению проблемы, обосновать ее; спланировать исследование, разработать методику исследования; предложить установку; оформить результаты исследования и объяснить их; оценить достоверность результата. Только после овладения данными умениями целесообразно включать школьников непосредственно в исследовательскую деятельность.

В процессе нашего исследования разработана методика обучения проектно-исследовательским умениям и включения школьников в проектно-исследовательскую деятельность, результатом которой является появление исследовательской позиции учащихся. Исследовательская позиция определяется А.С. Обуховым. Это способность ученика иметь свой взгляд на мир, проявлять самостоятельность и активность в познании [4]. Предлагаемая методика ориентирована на обучение учащихся 8, 9, 10-х классов и включает следующие этапы:

1. Пробное групповое выполнение проектов по физике. Форма учебного занятия – кружок. Характер проектов – доклады, рефераты, выполнение и описание простых опытов. Представление результатов проектной деятельности на занятиях кружка в виде презентаций, на школьной конференции (8-й класс).

2. Индивидуальное выполнение проектов по предмету. Форма занятий – элективный курс.

Проекты реферативно-исследовательского характера. Представление результатов в виде докладов с компьютерной презентацией на школьной и городской конференциях. Проявление проектных умений на основе рефлексии (9-й класс).

3. Обучение исследовательским умениям. Форма занятий – элективный курс, на котором реали-

зуется программа по формированию исследовательских умений. Проверка сформированности исследовательских умений на основе заданий (10-й класс).

4. Индивидуальное или в парных группах выполнение исследований по выбранной тематике. Представление результатов исследования в виде доклада с компьютерной презентацией и демонстрацией установки на городской конференции. Проявление исследова-

тельских умений и исследовательской позиции на основе рефлексии (10-й класс).

В процессе совместной деятельности роль учителя меняется от руководящей до консультационной и со-труднической. На разных этапах проектно-исследовательской деятельности также меняется и роль ученика. В процессе освоения деятельности ученик проявляет все больше самостоятельности и активности, т.е. у него формируется исследовательская позиция.

## Литература

1. Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве: итоги научно-практической конференции / Исследовательская работа школьников. 2005. №3.
2. Леонтович А.В., Калачихина О.Д., Обухова А.С. Пособие по разработке методической карты по организации исследовательской работы школьников. МГДД(Ю)Т. М., 2003.
3. Фирсова М.М. Исследовательская деятельность гимназистов // Педагогика. 2003. № 8.
4. Обухов А.С. Исследовательская позиция и исследовательская деятельности: что и как развивать? // Исследовательская работа школьников. 2004. № 4.

УДК 378.02:372.8

О.В. Брусник, В.В. Обухов

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРАВИЛА СУММИРОВАНИЯ ЭЙНШТЕЙНА В КУРСЕ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Томский государственный педагогический университет

Значение курса классической механики обуславливается в первую очередь тем, что он позволяет подготовить студента, изучающего теоретическую физику, к переходу к более сложным и абстрактным разделам теоретической физики. В качестве примера можно упомянуть принцип наименьшего действия, функции Лагранжа и Гамильтона, уравнение Гамильтона–Якоби, канонический формализм, скобки Пуассона. Все перечисленное используется, например, при построении и развитии формализма современной классической и квантовой теории поля.

Вместе с тем, построение классической механики практически завершилось в конце XIX в., и большинство обозначений с тех пор не меняется. Представляется целесообразным принять некоторые усовершенствования, которые позволяют, с одной стороны, упростить процесс изложения, а с другой – подготовить студентов к использованию современных обозначений в более сложных разделах физики. Речь идет об использовании правила суммирования Эйнштейна, согласно которому в произведениях по повторяющимся верхним и нижним индексам ведется суммирование в пределах изменения индексов.

Для того чтобы воспользоваться этим правилом в разделах классической механики, необходимо при построении курса руководствоваться следующими договоренностями:

1. Обобщенные координаты снабжаются верхними индексами, обобщенные импульсы – нижними.

2. В качестве координатных индексов для обобщенных координат и обобщенных импульсов используются малые буквы латинского алфавита.

3. Пределы изменения координатных индексов от 1 до  $n$ , где  $n$  – размерность конфигурационного пространства.

Используя правило суммирования Эйнштейна, можно при переходе к обобщенным координатам  $q^\alpha$

$$\mathbf{r}_i = \mathbf{r}_i(q, t)$$

записать выражение для скорости  $\dot{\mathbf{r}}_i$  и виртуального перемещения  $\delta \mathbf{r}_i$  в виде

$$\dot{\mathbf{r}}_i = \frac{\partial \mathbf{r}_i}{\partial q^\alpha} \dot{q}^\alpha + \frac{\partial \mathbf{r}_i}{\partial t}, \quad \delta \mathbf{r}_i = \frac{\partial \mathbf{r}_i}{\partial q^\alpha} \delta q^\alpha$$

соответственно.

Записав функцию Лагранжа в виде

$$L = L(q^\alpha, \dot{q}^\beta, t),$$

получим выражение для импульса

$$p_\alpha = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}^\alpha}.$$

Более простой вид имеет форма записи для функции Гамильтона:

$$H = \dot{q}^\alpha p_\alpha - L,$$

скобок Лагранжа