

Труды XXVII научной конференции по радиофизике

**СЕКЦИЯ  
«ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОГО И ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»**

Председатель – М.И. Бакунов, секретарь – С.А. Козлов.  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского.

## РАННЕЕ ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ КАК ПЕРВЫЙ ЭТАП ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

Ю.В. Масленникова

*ННГУ им. Н.И. Лобачевского*

В рамках решения проблемы, обозначенной в документах Правительства РФ [1] в ряде ведущих университетов РФ организованы Передовые Инженерные Школы (ПИШ). Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского входит в их число. Очевидно, что для эффективного обучения студентов в ПИШ необходимо проводить специальную довузовскую подготовку по экспериментальной физике среди школьников старших классов средних школ, а начинать эту подготовку гораздо раньше – в инженерных классах основной школы. В этих классах пропедевтический курс физики вводится как обязательный, поскольку знания по физике и математике лежат в основе разработки любой инженерной технологии. Физика – наука экспериментальная, поэтому основу обучения учащихся в этих классах составляет именно экспериментальная деятельность. Пропедевтический курс позволяет некоторый сегмент тем начать изучать уже в 5 классе, с учетом того, что у учащихся данного возраста преобладает словесно-логическое и образное, а не абстрактное мышление. Результаты педагогического эксперимента показывают, что учащиеся 5-6 класса выполняют предлагаемые им экспериментальные задания не хуже учащихся 7-8 классов, а в некотором смысле и обходят их по результатам, так как традиционно имеют повышенный интерес к изучению явлений природы. Современные ФГОС предполагают стандартизацию программ, то есть единый перечень тем, надлежащий изучению в том или ином классе. Это значительно упрощает работу исследователей, занимающихся разработкой подобного рода экспериментальных заданий и отдельных курсов по решению экспериментальных задач.

В схеме, приведённой в работе Е.Р. Блиновой (рис. 1) [2], каждый элемент (прямоугольник) соответствует возможному варианту соответствия объема накопленных знаний (по абсциссе) и уровня усвоения учебного материала (по ординате).

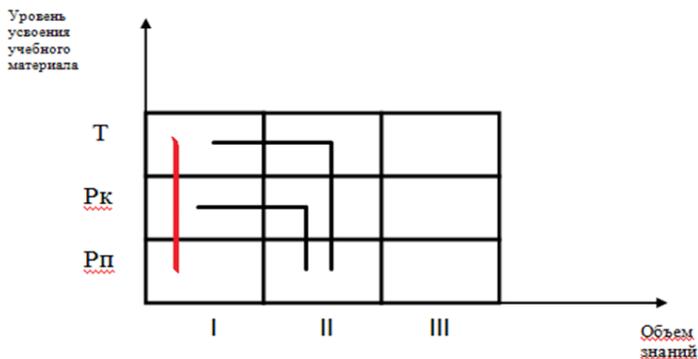


Рис. 1

В нашем исследовании по ординате отложены уровни развития познавательных умений.

**1. Базовый инструментальный (репродуктивный) уровень** соответствует минимальному объему знаний, которые учащиеся могут применить, находясь на *репродуктивном уровне* (Рп – I – квадрат в нижнем левом углу). Достижение данного уровня развития познавательных умений в ходе изучения физики подразумевает умение учащихся выделять факты на основе наблюдений, выдвигать гипотезы о явлениях на основе имеющихся знаний и владение элементарными навыками выполнения экспериментальных заданий.

**2. Уровень применения полученных знаний и умений** соответствует большому объёму знаний и умению оперировать ими на *реконструктивном уровне* (Рк – II – квадрат в центре схемы). Он предполагает сформированное умение учащихся пользоваться измерительными приборами, выбирать необходимые приборы для проведения эксперимента, самостоятельно конструировать ряд простейших приборов, осуществлять опытную проверку гипотез в ходе постановки эксперимента и обрабатывать его результаты.

**3. Исследовательскому уровню соответствует умение творчески применять накопленный объём знаний** (Т – III). Он предполагает умение учащихся решать исследовательские задачи, интерпретировать полученные результаты и строить новую гипотезу для получения недостающих сведений.

Проведенный педагогический эксперимент показывает, что многие учащиеся 5-6 класса, выполняющие задания не только репродуктивного, но и соответствующие их возрастным особенностям задания реконструктивного и исследовательского уровня. На занятиях пропедевтического курса опора делается на самостоятельное добывание знаний в ходе активной экспериментальной деятельности учащихся. При этом учитель направляет поисковую деятельность ученика, что даёт основание рассчитывать на то, что ученик сможет самостоятельно добыть требуемое познавательное содержание из объекта усвоения и выйти на уровень применения полученных знаний и умений. При этом создаются условия для формирования творческих способностей, поскольку учащимся предоставляется широкое поле деятельности и предлагается ряд заданий, содержание которых лежит в зоне ближайшего развития их познавательных умений.

В ходе изучения физики в основной и старшей школе учащиеся получают большой объем знаний, новые экспериментальные навыки и вновь проходят все обозначенные уровни развития познавательных умений. Причем они могут выполнять экспериментальные задания на ту же тему, на том же оборудовании, но только более широкого и глубокого содержания, требующие не только измерений, но и грамотной обработки данных.

В качестве примера приведём систему экспериментальных заданий по теме «Тепловое расширение жидкостей и газов», укладываемую в предлагаемую схему. Задания выполняются с использованием мензурки небольшого объема, закрытой пробкой, в которую вставлена тонкая стеклянная трубка [3].

В 5 классе данный эксперимент может быть поставлен с помощью обычного пенициллинового флакона, поскольку он имеет меньший объем и воздух в нем легко прогревается. В качестве индикатора в трубку помещается небольшая капля

подкрашенной воды. Нагрев газа можно осуществить, обхватив флакон рукой или поместить в сосуд с теплой водой. Прекратив нагревание, учащиеся наблюдают процесс сжатия газа, вследствие его охлаждения, поскольку капля начинает опускаться по трубке вниз. Далее эксперимент повторяется в новом варианте. При этом флакон частично заполняется водой, так, чтобы в нем остался достаточно большой объем воздуха и конец трубки оказался в воде. В данном случае следует обратить внимание на свойства не только газа, но и жидкости, ее текучесть, несжимаемость, смачивание ею стекла трубки. Параллельно может возникнуть вопрос о тепловом расширении самой жидкости. Аргументом в пользу расширения газа может послужить его внутреннее строение. В отличие от жидкости молекулы газа слабо связаны и промежутки между ними, значительно больше, чем в жидкостях. Одной из гипотез учащихся может быть гипотеза о медленном прогревании жидкости, которая вполне закономерна. На данном этапе обучения более весомым аргументом, подтверждающим незначительную степень расширения жидкости, по сравнению с газом, будет наблюдение процесса расширения жидкости в ходе контрольного эксперимента. Если наполнить флакон водой целиком и поместить в тот же сосуд с теплой водой движение воды по трубке будет едва заметным, что подтверждает выдвинутую гипотезу.

Учащиеся 7 класса, выходящие на реконструктивный уровень, могут провести дополнительные исследования. Например, рассчитать объём жидкости, поднявшейся в трубке, и сравнить его с объёмом жидкости вышедшей из флакона. Для этого следует придумать способ фиксирования уровня свободной поверхности жидкости до начала опыта и после подъема жидкости по трубке и произвести расчеты объема цилиндра (для воздуха и воды в трубке). Объёмы в пределах погрешности измерений получаются одинаковыми, что подтверждает гипотезу о том, температурный коэффициент расширения у жидкостей гораздо меньше, чем у газов. В качестве сосуда, в котором находится газ, в данном случае можно выбрать мензурку.

Опыты по тепловому расширению газов и жидкостей могут быть поставлены в 8 классе в ходе изучения темы «Температура и ее измерение». Здесь они выходят на новый уровень, поскольку прообразом термометра исторически был термоскоп Г. Галилея. В ходе изучения курса физики 8 класса становится понятно, что у воды огромная удельная теплоемкость, поэтому достаточно большой объем жидкости в пузырьке (или мензурке) увеличивался очень медленно. Кроме того, при подробном рассмотрении таблицы обнаруживается, что вода не может служить термометрическим веществом, поскольку имеет переменный коэффициент объемного расширения и достаточно высокое значение точки кристаллизации.

В 10 классе учащиеся владеют еще большим объемом знаний, поэтому экспериментальная задача усложняется. В этот раз им требуется определить температурный коэффициент объемного расширения газа. Имея знания, полученные на уроках, учащиеся могут вывести формулу для расчета температурного коэффициента объемного расширения и разработать эксперимент на основе полученного ранее опыта выполнения задания.

Подобная система заданий может быть выстроена в любом разделе физики. Например, в разделе «Статика» благодатными для раннего обучения физике являются темы «Центр масс» и «Условие равновесия рычага». В 5 классе занятия проводятся в игровой форме. Учитель, отталкиваясь от проблемного эксперимента, вводит понятие «центр

масс» и предлагает учащимся серию экспериментов с картонными образцами разной формы. Учащимся необходимо экспериментальным путем найти центр масс картонного образца, затем сместить его, используя пластилин и монеты. В зоне ближайшего развития находятся достаточно сложные геометрические построения, которые многие учащиеся выполняют с целью определения центра масс, сначала по образцу, а затем самостоятельно. Традиционно оживляют занятия на тему «Условие равновесия рычага» фрагменты мультфильмов, в которых представлены проблемные ситуации [4]. После просмотра мультфильма эти ситуации моделируются и обсуждаются. В 7 (10) классе данные темы получают развитие. Учащимся предлагаются творческие экспериментальные задания на тему «Весомый рычаг» [5]. За основу творческих экспериментальных заданий могут быть взяты задачи из классических школьных сборников задач [6, 7].

Многолетний опыт работы и проведённые педагогические исследования показывают, что выстроенная система экспериментальных заданий, предлагаемых учащимся на разных этапах обучения, позволяет большинству из них вывести на реконструктивный и творческий уровень развития познавательных умений. Полученные результаты доказывают, что знания, приобретенные в результате собственного поиска, лучше приживаются, становятся прочной основой для получения новых знаний, мотивируют их приобретение, способствует развитию инженерного мышления.

- [1] «О мерах государственной поддержки программ развития передовых инженерных школ». Постановление правительства РФ от 8.04.22. № 619.  
[https://engineers2030.ru/upload/medialibrary/085/ykqngbv54wn89kt5127ndedy69xudp/q/pr\\_110422\\_619.pdf](https://engineers2030.ru/upload/medialibrary/085/ykqngbv54wn89kt5127ndedy69xudp/q/pr_110422_619.pdf)
- [2] Блинова, Е. Р. Государственный стандарт: прокрустово ложе или свобода выбора // Народное образование. 1997. – № 1. С. 34.
- [3] Масленникова Ю.В., Фаддеев М.А. Экспериментальные задания по физике. Учебное пособие. Н. Новгород. Издательство Нижегородского госуниверситета, 2022. 128 с.
- [4] Энциклопедия для детей «Хотим все знать». Как все устроено. ЗАО «Союзвидео». Часть 1. 2006.
- [5] Масленникова Ю.В., Фаддеев М.А. Экспериментальные задачи по физике. Механика. Учебное пособие. Н. Новгород. Издательство Нижегородского госуниверситета, 2020. 80 с.
- [6] Рымкевич А.П., Рымкевич П.А. Сборник задач по физике для 8-10 классов средней школы. – 8 изд. переработанное. – М.: Просвещение, 1983, 192 с.
- [7] Лукашик В.И. Физическая олимпиада. В 6-7 классах средней школы. Пособие для учащихся. 2 изд. перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1987, 192 с.

## УРОВНИ ШКОЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

М.А. Фаддеев

*ННГУ им. Н.И. Лобачевского*

Организация в ННГУ Передовой Инженерной школы требует повышения эффективности довузовской подготовки школьников по физике с целью повышения уровня абитуриентов. Одним из важнейших методов такой подготовки является организация для школьников занятий экспериментальной физикой.

К настоящему времени издано большое количество учебных пособий для школьников с описанием физических экспериментов. Обилие учебной литературы создает проблему отбора материала. Для этого целесообразно базироваться на определенных общих принципах школьного физического эксперимента [1].

**Научная важность.** Эксперимент должен демонстрировать один важный физический закон. Красивые опыты, демонстрирующие второстепенные явления и эффекты, не имеют научного смысла в ходе изучения физики.

**Наглядность («прозрачность»).**

Исследуемое явление или процесс должен наблюдаться непосредственно. Черный ящик с мигающими лампочками школьники справедливо называют «магией».

**Простота.** Эксперимент должен легко воспроизводиться учителем на оборудовании школьного физического кабинета. Приветствуется изготовление дополнительных деталей оснастки силами учащихся под руководством учителя.

**Точность.** Результаты измерений должны совпадать с результатами вычислений в пределах допустимых погрешностей. При этом учитель знакомит учащихся с корректной методикой расчёта приборных и случайных погрешностей.

Часто у школьников, начинающих изучать физику возникает вопрос: почему основоположники – древние философы полагали эксперимент ненадёжным источником научных знаний и предпочитали ему логические построения.

Проблема достоверности результатов экспериментов заключается в множестве факторов, влияющих на исследуемый физический процесс. Очень трудно сделать «чистый» эксперимент. Каждый преподаватель физики знает, как трудно сделать демонстрацию опыта, «чтобы было как в учебнике». Многочисленные сторонние факторы искажают ожидаемый результат. Мешает трение, влажность воздуха, нестабильность электропитания, вибрации, перепады температуры и т.д.

Любое реальное явление физика сначала описывает *в первом приближении*. Более тщательный эксперимент и более глубокий анализ выводят исследователей на более высокий **уровень** описания картины Мира.

Например, решение уравнения движения тела, брошенного под углом к горизонту под действием однородной силы тяжести, дает параболическую траекторию. Однако эксперименты демонстрируют значительное различие с результатами расчётов. Необходимо учесть силу сопротивления воздуха, вид которой зависит от величины числа Рейнольдса. Для достижения более лучшего согласия с опытом приходится учитывать зависимость плотности воздуха от высоты, действие силы Кориолиса и центробежной силы. При определенных параметрах тела существенной становится сила Архимеда. На вращающиеся тела действует эффект Магнуса. Для высоких траекторий становится существенной зависимость силы гравитации от расстояния до поверхности и т.д.

Но если в ходе физических исследованиях происходит последовательный переход на более высокие уровни анализа физической ситуации, то аналогичную методику можно применять при обучении физике учащихся средних школ.

Пример 1. В самом начале изучения физики школьникам рассказывают про закон сообщающихся сосудов и демонстрируют выравнивание уровней жидкости в сосудах разной формы. Но в узких сообщающихся сосудах наблюдается повышение уровня при уменьшении диаметра. Это позволяет учителю подняться на более высокий уровень описания межмолекулярного взаимодействия, рассказать ученикам о силах поверхностного натяжения, о явлении смачивания.

Пример 2. В большинстве школьных учебников силы трения скольжения и максимальной силы трения покоя полагаются равными.

Величина максимальной силы трения покоя  $F_M$  экспериментально определяется по минимальному углу соскальзывания  $\alpha^*$  с наклонной плоскости бруска массы  $m$ :  $F_M = mg \sin(\alpha^*)$ . Однако наблюдения показывают, что соскальзывание бруска происходит ускоренно, следовательно, сила трения скольжения  $F_C$  и меньше по величине максимальной силы трения покоя  $F_M$ .

Для независимого измерения силы  $F_C$  осуществляет переход на более высокий уровень эксперимента. К бруску, лежащему на наклонной плоскости, крепится недеформированная пружина, зафиксированная другим концом на верхнем краю плоскости. При увеличении угла наклона плоскости до значения  $\alpha^*$  брусок проскальзывает некоторое расстояние  $s$  и останавливается. Потенциальная энергия бруска уменьшается на  $mgs \sin(\alpha^*)$ , а упругая энергия пружины увеличивается на  $ks^2/2$ , где  $k$  - жёсткость пружины. Механическая энергия системы уменьшается из-за работы силы трения -  $s F_C$ . Решение энергетического уравнения даёт сила трения скольжения  $F_C = F_M - ks/2$ . Жёсткость вычисляется по результатам отдельного опыта, в котором измеряется удлинение пружины под действием груза известной массы. Таким образом школьники выясняют, что равенство  $F_C = F_M$  является приближенным и может использоваться при условии  $F_M \gg ks/2$  [2].

Пример 3. Определение сопротивления проводника опытным путем проводится на основе закона Ома. В эксперименте измеряется сила тока  $I$ , проходящего через исследуемый проводник, при заданном падении напряжении  $U$  на нём. Сопротивление вычисляется отношением:  $R = U / I$ .

Однако при изменении падения напряжении  $U$  вычисления сопротивления  $R$  дают разные численные значения из-за неизбежных случайных и приборных погрешностей эксперимента. Часто в школах в качестве окончательного результата вычисляют среднее значение полученных величин сопротивления. Более высокий уровень эксперимента использует линейную зависимость  $U = R I$ , в которой искомое сопротивление является угловым коэффициентом. Для этого удобно использовать электронную таблицу Excel, которая для линейного приближения экспериментальных результатов применяет метод наименьших квадратов. Значение сопротивления, полученное этим методом, является более точным, чем вычисленное как среднее арифметическое.

Пример 4. Очень трудным для усвоения в курсе школьной физике является раздел «Колебания и волны». Он содержит новые физические величины, абстрактные понятия и математические действия с гармоническими функциями. Из-за сложности материала

имеет смысл давать его школьникам, переходя постепенно на всё более высокие уровни изложения.

Экспериментальной базой может служить лабораторная волновая ванна. На первом уровне школьники наблюдают образование волн на поверхности воды, которые создаются колебаниями источников. Измерения смещения гребней волн за определенный интервал времени позволяют вычислить скорость распространения волны. В других опытах ученики, наблюдая за вертикальными колебаниями поплавков на поверхности воды, приходят к выводу, кажущемуся им парадоксальным: волны бегут по горизонтали, а вода колеблется по вертикали.

На втором уровне школьникам необходимо объяснить механизм взаимодействия частиц воды, который приводит к формированию бегущих волн и, тем самым, разрешить парадокс, возникший на предыдущем уровне.

В экспериментах используется пара источников колебаний равной частоты и учащиеся наблюдают эффекты положительной и отрицательной интерференции.

На третьем уровне для описания волновых процессов используются гармонические функции. Сложение функций позволяет рассчитывать интерференционные картины, порождаемые когерентными источниками гармонических колебаний и сопоставлять их с наблюдаемыми в экспериментах.

Переход на более высокий уровень эксперимента позволяет решать и некоторые качественные, но важные задачи.

Пример 5. Известно, что практически невозможно добиться плавания тела в толще однородной жидкости. Неизбежные сколь угодно малые воздействия приводят либо к всплыванию тела к поверхности, либо к опусканию на дно. В данном примере переход на следующий уровень заключается в создании жидкости с градиентом плотности. Сырое куриное яйцо в стакане чистой водой тонет. Если на дно насыпать ложку поваренной соли, то через некоторое время в стакане образуется градиент концентрации соли. Плотность концентрированного раствора соли больше средней плотности яйца. Диффузия образует градиент плотности жидкости в стакане, и яйцо, оторвавшись от дна, «повиснет» на некотором уровне внутри жидкости. Заметим, что такое положение является устойчивым. Любое случайное смещение яйца по вертикали порождает возвращающую силу.

Вышеприведенные примеры иллюстрируют эффективность многоуровневой системы экспериментов в процессе обучения физике. Таким образом, поднимаясь по ступеням познания, школьники готовятся к изучению физики в высших учебных заведениях.

- [1] Андреев П.В., Фаддеев М.А. Как написать и защитить школьную научно-исследовательскую работу по физике. – Нижний Новгород, ННГУ, 2021, 72 с.
- [2] Фаддеев М.А., Масленникова Ю.В. Многоуровневые экспериментальные задачи как средство подготовки к обучению в передовых инженерных школах. // Учебная физика. Глазов. ГГПИ. 2023. № 1. С. 19.

## **ПРЕДПРОФИЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА УЧАЩИХСЯ В СИСТЕМЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**О.В. Лебедева<sup>1)</sup>, Н.И. Лапин<sup>2)</sup>**

*<sup>1)</sup> ННГУ им. Н.И. Лобачевского*

*<sup>2)</sup> НГПУ им. К. Минина*

Проблема, с которой в настоящее время столкнулись вузы, реализующие инженерные направления подготовки, это отсутствие конкурса среди абитуриентов. Особую тревогу вызывает наметившаяся тенденция в снижении интереса школьников к физике, выражающаяся, в частности, в уменьшении количества выпускников школ, сдающих единый государственный экзамен по физике, поскольку именно физика как учебный предмет составляет основу инженерного образования.

В настоящее время наиболее распространена модель предпрофессиональной подготовки учащихся «школа-вуз-предприятие», в которой консолидированы усилия профессионального сообщества [1, 2]. Для этого в школах создаются инженерные классы, в которых на углубленном уровне изучаются профильные предметы – математика, физика, информатика (реже химия или биология), во внеурочной деятельности реализуются дисциплины профессиональной направленности, во внеучебной деятельности организуются мероприятия профориентационной направленности. К преподаванию специальных курсов нередко привлекают профессорско-преподавательский состав вузов-партнеров. Однако ресурсы вузов ограничены, и количество школ и классов, реализующих такую подготовку явно недостаточно, чтобы удовлетворить социальный заказ общества в подготовке инженерных кадров.

Для изменения ситуации и подготовки достаточного количества абитуриентов, ориентированных на получение инженерного образования, необходимо организовать систему предпрофильной и профильной подготовки по физике, охватывающую гораздо большее количество школ. Особое значение при внедрении этой системы в школу играет готовность учителя физики к ее реализации, поэтому для решения проблемы организовано сетевое взаимодействие НГПУ им К. Минина и ННГУ им. Н.И. Лобачевского. При разработке модели было решено обратить особое внимание на уровень основного общего образования (5-9 классы), поскольку именно в этом возрасте важно поддержать интерес к изучению явлений и процессов, помочь учащимся осуществить осознанный выбор профиля обучения, основанный на понимании предмета. Для реализации предпрофильного инженерного образования разработаны сопряженные программы дополнительного профессионального образования для учителей и программы дисциплин внеурочной деятельности учащихся. Кроме того, во внеучебной деятельности предлагается комплекс мероприятий, направленных на профессиональное самоопределение учащихся на материально-технической базе Мининского университета: музея Просвещения (кабинеты физики и астрономии), планетария и обсерватории, технопарка педагогических компетенций и кванториума. Мероприятия предполагают активную познавательную деятельность учащихся, в том числе экспериментальную.

В 5-6 классе во внеурочной деятельности учащимся предлагается дисциплина «Школа будущего инженера», которая нацелена на развитие интереса к проектной деятельности в технической сфере.

Внеурочные занятия по физике предлагаются учащимся 5-9 классов. Программа курса экспериментальной физики, разработанная Ю.В. Масленниковой, нацелена на развитие интереса к изучению физических явлений и формирование базовых экспериментальных умений и навыков, освоение эмпирических методов познания [3].

Разрабатываемая модель обучения физике (7-9 классы) основана на следующих принципах:

- взаимосвязи урочной и внеурочной деятельности по физике (содержательной и деятельностной);
- сочетании фронтальной и групповой форм организации учащихся;
- последовательном формировании комплекса экспериментальных умений (карта умений);
- включении в учебный процесс элементов учебно-исследовательской и проектной деятельности.

Во внеурочной деятельности предлагается курс «Практикум по физике», который представляет собой совокупность двух взаимосвязанных видов практической деятельности по физике – решения задач и выполнения учебного физического эксперимента. Речь идет не о физическом практикуме как совокупности специально подобранных лабораторных работ, а о форме занятий, направленных на формирование практических умений учащихся и включающих два основных вида практической деятельности по физике. Занятия проводятся с группой учащихся не более 15 человек.

Основная образовательная технология при реализации курса: задачная технология в коллективно-распределенной деятельности. Используется сочетание фронтальной и групповой форм организации учащихся при решении задач. По каждому разделу формируется система задач, расположенных по мере возрастания сложности, и позволяющая развивать необходимые способы деятельности учащихся. Система включает как экспериментальные задачи, так и аналитические. Принципиальное отличие экспериментальной задачи состоит в том, что она решается только с помощью эксперимента. В случае решения аналитической задачи, после получения результата, происходит планирование проверки ее решения в эксперименте, объяснение несоответствия в случае необходимости.

Кроме системы задач учащимся предлагается выполнить ряд мини-проектов на содержании изучаемых разделов физики. Например, семиклассникам предлагается изготовить кристаллизатор и вырастить кристалл, изготовить действующие модели фонтана; фонтана Герона; сифона; поршневого насоса; гидравлического пресса; картезианского водолаза.

Предлагаемая система предпрофильной подготовки учащихся реализуется в ряде школ Нижнего Новгорода и Нижегородской области.

[1] Новикова Т. // Русский инженер. 2021. № 3(72). С. 17.

[2] Обоскалов А.Г., Смушкевич Л.Н. // Методист. 2018. № 8. С. 46.

[3] Масленникова Ю.В. // Физика. 5-6 класс: учебно-методическое пособие. – Н. Новгород: Издательство Нижегородского государственного университета, 2018, 248 с.

## **ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИКЕ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ НА БАЗЕ ВУЗА**

**О.В. Белова, О.В. Лебедева**

*ННГУ им. Н.И. Лобачевского*

Подготовкой школьников по физике занимаются многие вузы. Однако, в большинстве случаев дополнительное образование школьников на базе вузов реализуется в виде курсов подготовки к Единому государственному экзамену (ЕГЭ). Как показывает практика, даже при успешном сданном ЕГЭ по физике у вчерашних школьников возникают проблемы с освоением курса физики на уровне высшего образования [1]. Более того, ЕГЭ по физике считается сложным, гораздо легче получить высокие баллы за ЕГЭ по другим дисциплинам, например, по информатике, тем более что по правилам приема в вуз на некоторые направления подготовки ЕГЭ по физике необязательно. Таким образом, школьник, выбирающий для сдачи ЕГЭ информатику, выбирает и профиль обучения в школе математический, что подразумевает не более 2 часов физики в неделю. Все это приводит к тому, что некоторые темы школьного курса физики изучаются не в полном объеме, не осваиваются основные способы деятельности, и при обучении в вузе у студентов возникают большие проблемы при освоении курса общей физики [1].

На физическом факультете уже более 15 лет ведет свою работу физико-математическая школа (ФМШ). Цель ФМШ не просто подготовить учащихся школ города к ЕГЭ по физике, но и развивать интерес учащихся к изучению физики, более глубоко понимать изучаемые физические явления и процессы, а также сформировать практические умения школьников. Многолетняя практика работы в ФМШ показывает, что в системе дополнительного образования школьников на базе вуза целесообразно использовать практикум по физике. Речь идет не о физическом практикуме как совокупности специально подобранных лабораторных работ и не о практикуме по решению задач по физике, а о форме занятий, включающих два основных вида практической деятельности по физике – решения задач и выполнения учебного физического эксперимента. Содержание практикума проектируется таким образом, что на момент занятий в вузе соответствующие разделы физики уже изучены в школьном курсе физики. Учащиеся уже знакомы с основными понятиями, законами, поэтому на занятиях практикума основной акцент ставится на применении знаний и формировании основных способов деятельности.

Идея согласования лабораторного практикума и решения задач при обучении физике в школе не нова [2], но в настоящий момент приобретает особую актуальность в связи с необходимостью на современном этапе развития отечественного инженерного и физико-математического образования. При обучении физике будущих инженеров важно не только сформировать знания основных понятий, законов, принципов, но и навыки их практического применения, в том числе и экспериментальные.

Наиболее выражена взаимосвязь теории и эксперимента при решении экспериментальных задач. Экспериментальные задачи, безусловно, играют важную роль в формировании основных способов деятельности, поскольку они «несут в себе преимущества освоения деятельности экспериментирования и моделирования, в том числе как метода познания» [3, С. 15]. «Решение экспериментальных задач помогает осмыслить и понять закономерность, т.к. показывает ее в действии в конкретной обстановке, где каждая из

величин, входящих в закономерность, выступает перед учениками вполне реально и в реально действующей обстановке» [4, С. 7].

Экспериментальной задачи решается только с помощью эксперимента. Если задача решена аналитически, а затем полученный результат проверяется с помощью эксперимента, то эта задача не является экспериментальной.

Но и в случае решения экспериментальной задачи, и в случае решения задачи аналитической, обязательным этапом является построение физической модели изучаемого объекта, явления или процесса. Модель – это новый объект, который отражает существенные особенности изучаемого объекта. На этом этапе выделяются существенные черты и признаки рассматриваемого объекта, а также те признаки, от которых можно абстрагироваться. Затем строится математическая модель, в которой с помощью языка математики (уравнения, системы уравнений) описывается изучаемая физическая ситуация или процесс. Общая последовательность этапов решения задачи практикума (как экспериментальной, так и аналитической) показана на рис. 1.



Рис. 1

Приведем примеры выполнения приведенной последовательности этапов, как в случае решения аналитических задач, так и в случае задач экспериментальных.

**Пример 1.** На наклонную плоскость падает упругий шарик с высоты  $h$ . Сколько раз шарик ударится о наклонную плоскость, если длина ее  $L$ , а угол наклона к горизонту  $30^\circ$ ?

**Построение физической модели.** Нужно ли учитывать сопротивление воздуха при движении шарика (в каком случае нужно его учитывать), что означает «упругий» шарик? Удар будем рассматривать как абсолютно упругий, сохраняется механическая энергия.

**Построение математической модели.** Рассматриваем движение шарика до удара, находим скорость перед ударом. Записываем уравнения движения шарика между ударами, находим расстояние между точками ударов шарика о плоскость ( $4h$ ), при заданном угле получаем, что количество ударов равно  $L/4h$ .

**Физический эксперимент.** Планируем эксперимент по проверке, важно опускать шарик без начальной скорости, подбираем упругий шарик, ставим на штативе линейку, чтобы отпускать шарик с заданной высоты  $h$ . Проводим эксперимент и убеждаемся, что расстояния между ударами меньше, чем мы рассчитали и количество ударов больше (либо шарик последний раз ударяется на расстоянии, меньшем  $L$ ).

**Уточнение физической модели.** В чем причина несоответствия? Если шарик пролетает между ударами меньшее расстояние, значит, он после удара обладает меньшей энергией. Удар нельзя считать абсолютно упругим. Как оценить потери энергии при ударе? Воспроизводим удар шарика о горизонтальную площадку и определяем отношение высот: высоты, с которой падает шарик ( $h$ ) и до какой высоты поднимается после

удара ( $h_1$ ), находим коэффициент потерь энергии  $k$ , равный отношению  $h_1/h$ . Корректируем математическую модель, получаем расстояние между ударами равное  $4kh$ . Проверяем в эксперименте.

Рассмотрим другой случай: решается экспериментальная задача.

Пример 2. Брусок скатывается по деревянной доске, наклоненной под углом к горизонту на горизонтальную поверхность. Определите коэффициент трения скольжения бруска по доске и по горизонтальной поверхности.

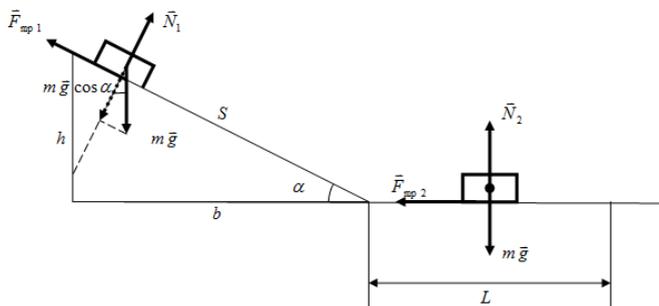


Рис. 2

Построение физической модели. Какие силы действуют на брусок? Одинаковы ли силы трения со стороны доски и горизонтальной поверхности? Выполняем рисунок с расстановкой сил, действующих на тело (рис. 2). Рассматриваем движение бруска в два этапа – по наклонной плоскости и по горизонтали. Выбираем две системы координат (две оси – вдоль наклонной плоскости и перпендикулярно ей, и две оси – вдоль горизонтальной поверхности перпендикулярно ей).

Построение математической модели. Для первого этапа записываем в векторной форме выражения для 2-го закона Ньютона. Находим проекции на выбранные оси координат, получаем систему скалярных уравнений. Считая силу трения силой трения покоя максимальной. Получаем выражение для коэффициента трения. Для второй части задачи также записываем выражения для 2-го закона Ньютона в проекции на выбранные оси координат, получаем систему скалярных уравнений и находим ускорение бруска. Видим, что ускорение постоянное и, используя известные уравнения кинематики равноускоренного движения, находим коэффициент трения. Возможно, что школьники используют при решении во второй части закон изменения полной механической энергии бруска.

Физический эксперимент. Легко определяем коэффициент трения скольжения бруска о доску по предельному углу наклона доски. Какие величины, какими приборами нужно измерить для того, чтобы определить ускорение бруска при движении по горизонтальной поверхности по формуле, полученной в решении? Нужно измерить две величины: пройденный до остановки путь и время этого движения. Далее вычисляем коэффициент трения. Если использовать на предыдущем этапе закон изменения полной механической энергии, необходимо измерить пройденный до остановки путь и первоначальную высоту бруска, а также знать коэффициент трения бруска по доске. Надо

заметить, что результаты будут отличаться, причем существенно. Разбираемся, где физическая модель требует уточнения. Оказывается, что при переходе с наклонной на горизонтальную поверхность брусок теряет часть своей кинетической энергии, т.к. этот переход с изломом. Определяем скорость бруска в нижней точке доски и в начале горизонтального участка. Оцениваем потери энергии.

Таким образом, решая подобные задачи, школьники учатся не только применять знания и отрабатывать экспериментальные навыки, но и анализировать полученные результаты, творчески подходить к поставленной задаче.

Практикум не является единственной формой подготовки учащихся по физике на базе вуза. Учащимся, проявившим на занятиях практикума интерес к исследованию физических явлений и процессов, предлагается развивать свои умения и способности в ходе выполнения учебно-исследовательской работы под руководством сотрудников кафедр или лабораторий вуза.

Основным результатом прохождения практикума по физике, организованного для учащихся школ на базе вуза, должна стать готовность к получению образования в сферах профессиональной деятельности, связанных с физикой и современными технологиями, основанными на достижениях физической науки.

- [1] Белова О.В., Лебедева О.В. Эффективность обучения физике студентов физического факультета и пути ее повышения // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2019. № 4 (56). С. 182.
- [2] Дмитриева, О.А. Инновационный подход к решению задач и лабораторному практикуму в курсе физики средней школы: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2005, 162 с.
- [3] Никифоров Г.Г., Сауров Ю.А. Деятельность с экспериментальными задачами для формирования мышления и мировоззрения // Физика в школе. 2022. № 1. С. 13.
- [4] Мошков, С.С. Экспериментальные задачи по физике в средней школе: Пособие для учителей. – М: Учпедгиз, 1955, 204 с.

## **ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ И ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ УМЕНИЙ**

**И.Ю. Зворыкин, М.Р. Каткова**

*ННГУ им. Н.И. Лобачевского*

Организация проектной деятельности учащихся является актуальной задачей для общеобразовательных учебных заведений. Для учителей физики существенной является возможность повышения уровня знаний и развития умений по предмету в ходе проектной деятельности. В ряде работ показано, что такая возможность существует при использовании ресурсов дополнительного образования [1-2].

Не менее актуальной является задача активизации подготовки к инженерной деятельности студентов вузов (университетов). Однако данная задача требует восприятия студентами университетов их обучения в вузе в качестве элемента подготовки к такой деятельности. Практически они оказываются не готовы к такому восприятию [3]. Курс физики в общеобразовательных учреждениях по ряду причин не позволяет в настоящее время надеяться на формирование у учащихся конкретных представлений об инженерии. При этом проектная деятельность по физике обладает, на наш взгляд, необходимыми для этого ресурсами.

В «Лаборатории школьного физического эксперимента» (ЛШФЭ) при кафедре кристаллографии и экспериментальной физики физического факультета ННГУ им. Н.И. Лобачевского представлено множество реализованных учащимися проектов, формирующих начальное инженерное мышление на физической основе. Часть этих проектов выполнено совместно с «Лабораторией проектной деятельности» МБОУ «Гимназия № 2» г. Нижнего Новгорода. Описания и особенности части проектов опубликованы [4-9].

Приведем описания ряда проектов с их краткой аннотацией:

### **1. Стенд для сравнительного изучения моделей анемометров.**

Проект позволяет изготовить действующие модели различных по физическим принципам анемометров и практически сравнить их особенности и характеристики. Проект выполнен на базе микроконтроллерного модуля и компьютеризован. Это интегральный проект, который распределяется по двум направлениям: созданию источника воздушного потока и направляющей этот поток системы, и создание системы анемометрических датчиков, сопрягаемых с компьютером. Каждое направление может являться задачей для индивидуального проекта. Описание проекта опубликовано [4].

### **2. Стенд для исследования спектра лампы накаливания.**

Это интегральный проект, который распределяется по двум направлениям: созданию осветителя, обеспечивающего регулировку температуры нити лампы накаливания, и создание сканера, позволяющего автоматически визуализировать на экране компьютера результаты работы того или иного датчика перемещаемого по всей картине спектра лампы накаливания осветителя, получаемой с помощью неподвижной призмы. Каждое направление это задача для индивидуального проекта. Проектный продукт – экспериментальная установка может быть использована не только в школе, но и для специальной подготовки студентов-магистров и для лекционных демонстраций в курсе

общей физики. Проект выполнен на базе микроконтроллерного модуля, программируемого блока робототехнического конструктора Lego Mindstorms EV3, датчиков учебных цифровых лабораторий и компьютеризован. Описание проекта опубликовано [5].

### 3. Модель электромагнитного левитатора.

Исходное техническое задание предполагало создание действующей модели электромагнитного левитатора с возможностью визуализации значений величины магнитного поля в его рабочей зоне. Такая визуализация может найти свое применение как демонстрационный материал на лекции по физике, демонстрируя конкретные значения соответствующей физической величины и характер ее изменения. Проект выполнен на базе микроконтроллерного модуля и компьютеризован. Описание проекта опубликовано [6].

### 4. Действующая модель ионолета.

Проект демонстрирует полет модели ионолета. Техническое задание проекта исходно строго ограничивало энергетические характеристики источника питания модели допустимыми с точки зрения безопасности значениями. По итогам работы над проектом (более 1 года) учащимися выявлены основные принципы и технологические детали, требующиеся для создания летающей модели (определенный выбор материалов, борьба за минимальный вес, требования к стартовой поверхности и некоторые другие).

### 5. Генриметр.

Проект является реализацией измерительного прибора, использующего результаты выполнения работы физического практикума «Измерение индуктивности катушки по ЭДС ее самоиндукции». Данный проект является важной частью реализации методики проекта – ориентированного обучения физике для темы «Электромагнитная индукция» (ЭМИ), и описан в соответствующей публикации [2].

### 6. Индикатор направления светового вектора.

Проект демонстрирует возможность создания автоматического устройства для индикации направления светового вектора [10] для поляризованного света на базе робототехнического конструктора Lego Mindstorms EV3. Особенностью проекта является простота его конструкции. Экспериментальная установка, описанная в литературе [10], оказалась сложна в изготовлении в школе. Проект компьютеризован. Описание проекта доложено на XVI международной конференции "Физика в системе современного образования" (2021 г.).

7. Компьютеризованная экспериментальная установка для изучения поглощения света в жидкости.

Задачей проекта являлось создание соответствующей экспериментальной установки. Основным элементом установки является сканнер, позволяющий перемещать погруженный в жидкость фотодатчик. Проект выполнен с использованием микроконтроллерного модуля и компьютеризован. Описание проекта опубликовано [7].

### 8. Демонстрация принципов радиометеорологии.

На базе школьного учебного комплекта для изучения микроволнового излучения была проведена работа по демонстрации принципов радиометеорологии с использованием возможностей, предоставляемых компьютеризацией эксперимента. Результаты были опубликованы [8].

9. Модель низковольтного регенеративного радиоприемника на базе мощной генераторной радиолампы.

Проект позволяет продемонстрировать возможность создания на базе мощной радиолампы ГУ-81М (мощность накала катода около 120 Вт) низковольтного радиоприемника благодаря весьма эффективной эмиссии катода такой лампы. Также важным представляется повышение общинженерной грамотности учащихся по направлению «радио» весьма скудно представленному в современном базовом курсе физики общеобразовательных учреждений.

10. Учебная экспериментальная установка для изучения поверхностного натяжения жидкости методом Дю Нуи.

Задачей проекта являлось создание экспериментальной установки для измерения коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом отрыва кольца, обеспечивающей визуализацию процесса отрыва и позволяющей убедиться, что процесс происходит в полном соответствии с описанием в ГОСТе. Проект выполнен с использованием микроконтроллерного модуля и компьютеризован. Описание проекта опубликовано [8].

11. Отображение на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) сложных фигур.

Проект позволяет учащимся практически познакомиться с работой ЭЛТ, упоминаемой в задачах по физике. Инженерная проблематика заключается в том, что для выполнения проекта техническое задание предполагает использовать лишь учебное оборудование доступное в общеобразовательных учреждениях. Практически такие учебные приборы в требуемом для работы схемы режиме обладают низкой чувствительностью, а источником отображаемых ЭЛТ сигналов при этом является широко распространенный микроконтроллерный модуль с ограниченным напряжением выходных сигналов.

12. Передача звуковых сигналов с помощью светового излучения.

Проект практически решает задачу устранения искажений появляющихся при попытке реализации простейшей схемы передачи звукового сигнала с помощью светоизлучающих диодов, описанной в журнале «Физика в школе» [11]. Помимо изучения принципа модуляции несущего сигнала (в данном случае светового) учащиеся практически знакомятся с нелинейностью вольт-амперной характеристики полупроводниковых излучающих и приемных диодов, и методами устранения искажений в схемах, включающих такие элементы.

Все перечисленные проекты могут способствовать развитию начальных инженерных качеств у школьников. Перечислим самые очевидные конкретные умения, требуемые при выполнении подобных проектов:

- умение доводить замысел устройства до его реализации в виде приемлемого проектного продукта,
- умение оформлять проектную документацию, являющуюся неотъемлемой частью проекта,
- умение собирать требуемые конструкции из доступных учащемуся элементов,
- умение понимать, модифицировать, и собирать электрические (и электронные) схемы,
- умение выбирать подходящий по его техническим параметрам для проекта элемент из ряда имеющихся элементов.

Таким образом, выполнение проектов по физике может не только способствовать повышению уровня предметных знаний и умений, но и способно положить начало развитию инженерных качеств и адаптации школьников – будущих абитуриентов университета к изучению основ инженерии на этапе обучения в вузе

- [1] Гребенев И. В., Чупрунов Е. В., Зворыкин И. Ю. Модель проектно-ориентированного обучения физике // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2021. № 3 (63). С. 165–172.
- [2] Гребенев И. В., Зворыкин И. Ю. Проектно-ориентированное обучение в системе основного и дополнительного образования // Физика в школе. 2021. № 7. С. 9–16.
- [3] Гребенев И.В., Зворыкин И.Ю. Возможности проектной деятельности по физике для формирования у учащихся начальных инженерных качеств в системе дополнительного образования // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 38. – М.: ИСРО РАО, 2023, 124 с.
- [4] Зворыкин И.Ю., Каткова М.Р. Компьютеризированная модульная система для сравнительного изучения моделей анемометров // Учебная физика. № 3. 2017. С. 55-60.
- [5] Зворыкин И.Ю., Каткова М.Р., Смирнова Е.А., Зворыкин А.И. Компьютеризация учебного эксперимента по изучению распределения энергии в дисперсионном спектре ламп накаливания // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 35. – М.: ИСРО РАО, 2022, 100 с.
- [6] Zvorykin I.Yu., Katkova M.R., Maslennikova Yu.V. Magnetic levitator fitted with the Hall sensor readings // Physics Education. 2022. № 4. Vol. 57. P. 045003.
- [7] Зворыкин И.Ю., Каткова М.Р. Учебный проект по созданию компьютеризированной экспериментальной установки для изучения поглощения света в жидкости // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 38. – М.: ИСРО РАО, 2023, 124 с.
- [8] Зворыкин И.Ю., Каткова М.Р. Расширение методических возможностей комплекта для демонстрации свойств электромагнитных волн // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 32. – М: ИСРО РАО, 2020, 112 с.
- [9] Зворыкин И.Ю., Каткова М.Р., Зворыкин А.И., Смирнова Е.А. Вариант компьютеризированной учебной экспериментальной установки для изучения поверхностного натяжения жидкости методом Дю Нуи (методом отрыва кольца) // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 34. – М.: ИСРО РАО, 2021, 112 с.
- [10] Разумовский В. Г., Майер В. В. Физика в школе. Научный метод познания и обучение – М.: Владос, 2007, 462 с.
- [11] Сафронова Л.В, Герасимов В.П. Передача световодом модулированного сигнала // Физика в школе, 1991, № 2. С. 33.

## **ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ПЕРСОНАЛЬНОГО ПОРТРЕТА ВОЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА**

**К.О. Колесников, Р.А. Гришковский**

*<sup>1)</sup> Ярославское высшее военное училище ПВО*

Развитие средств вычислительной техники позволяет решать в цифровом пространстве сложные наукоемкие задачи, требующие большого объема вычислений: прогнозирование экономической деятельности, моделирование физических процессов, формирование сводных показателей в маркетинговых исследованиях, прогнозирование погодных явлений.

Одним из ярких примеров применения интеллектуальных систем в жизнедеятельности человека является технология «Цифровой двойник». Она представляет собой виртуальный прототип реальных объектов или процессов, реализованный в виде программного продукта на основе систем искусственного интеллекта [1].

Анализ жизнедеятельности человека свидетельствует о возрастающих требованиях к уровню образованности в условиях усложнения окружающей действительности, повышению требований к специалистам, необходимости в достаточно широкой области знаний для комфортной жизни.

При этом, современные подходы к анализу и обработке информации в деятельности человека активно применяются и развиваются в области экономического взаимодействия. Например, на основе «цифрового следа» человека в сети Интернет активно формируется цифровой портрет потребителя (индивидуальные предложения в интернет-магазинах, персональное информационное сопровождение).

Однако в профессиональной деятельности человека, при наличии большого количества признаков и параметров, представленных в виде перечня компетенций, знаний, умений и навыков, алгоритмы формирования персонального портрета специалиста не нашли широкого распространения.

Реализация подобного портрета позволит объективно оценить результаты текущей профессиональной деятельности, выполнить прогноз и моделирование работы специалиста, перейти к автоматизированной модели подбора персонала.

В существующей научно-исследовательской деятельности вопросу формирования персонального портрета специалиста посвящен ряд исследований. Большинство исследований представляют персональный портрет специалиста в компетентностного портрета, сформированного на основе анализа сформированности компетенций в процессе обучения.

В работе [2] представлен результат анализа психолого-педагогической литературы по изучению сущности и содержания понятия компетенция, компетентность и профессиональная компетентность. Авторы считают, что компонентный состав профессиональной компетентности специалиста зависит от степени сформированности каждого из ее компонентов и предлагают рассматривать профессиональную компетентность в единстве пяти компонентов: мотивационного, когнитивного, организационного, управленческого и исследовательского. При этом не учитывается такая важная компонента для военного специалиста, как эксплуатационная.

В работе [3] рассмотрена оценка профессиональной компетентности выпускников вузов через оценку видов их профессиональной деятельности, которые являются

наивысшим уровнем в иерархической структуре компетентного подхода образования. В данной статье авторы под профессиональным портретом военного специалиста понимают совокупный показатель уровней сформированности профессиональных компетенций по видам профессиональной деятельности, в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) и квалификационными требованиями к военно-профессиональной подготовке выпускников.

Недостатком представленных подходов к формированию компетентного портрета является ограничение либо результатами освоения учебной программы, либо системой требований, предъявляемых к специалисту, но не имеющих четко выраженной системы достижения указанных требований и оценки результатов.

Для формирования персонального портрета специалиста предлагается подход на основе признаков, выделенных в результате анализа профессиональной деятельности (рис. 1). В результате изучения основных направлений служебной деятельности, требований руководящих документов были определены 57 признаков, распределенных на 5 основных групп.

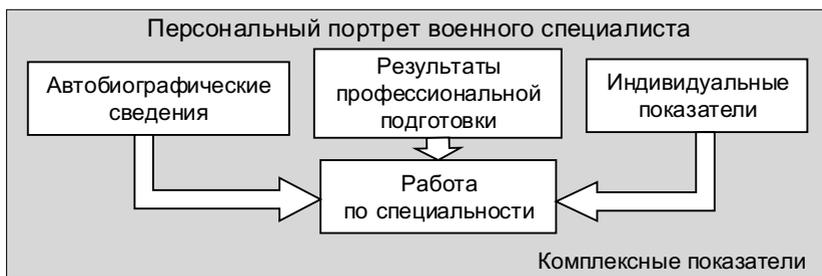


Рис. 1

Автобиографические сведения содержат информацию о самом специалисте, основных этапах его жизни и профессиональной деятельности.

Результаты профессионально-должностной подготовки формируются исходя из оценок и показателей специалиста в рамках годовой программы подготовки.

К индивидуальным показателям относятся различные характеристики, взаимодействующие между собой, но при этом не объединенные едиными нормативно-правовыми актами. К ним относятся: категория здоровья специалиста по результатам углубленного медицинского осмотра, классная квалификация, уровень физической подготовленности, наличие спортивного разряда и др.

Работа по специальности зависит от трех предыдущих групп параметров, однако их взаимосвязь неявна и косвенна. Критериями работы по специальности являются результаты выполнения нормативов на технике, учений, конкурсов.

Комплексные показатели являются группой признаков, характеризующей среду, в которой происходит работа специалиста.

В результате, для формирования интегральной оценки военного специалиста возникает задача математической обработки пространства признаков специалиста, установления взаимосвязей между различными критериями и получение обобщенного значения – так называемая многокритериальная задача.

При этом выделенные параметры и критерии являются как количественными, так и качественными, имеют различные единицы и шкалы измерений, что существенно усложняет процедуру построения и сравнения многокритериальных решений.

Исходя из выделенных условий решение данной задачи классической математикой достаточно проблемно ввиду большого количества переменных и наличия как явных, так и косвенных взаимосвязей между элементами.

Наиболее эффективным способом решения данной задачи будет являться применение алгоритмов машинного обучения. Они позволяют сформировать гибкую модель для нелинейной аппроксимации многомерных функций, классифицировать по многим признакам, дающим разбиение входного пространства на области, осуществлять поиск закономерностей в массивах данных.

Наиболее современной моделью, осуществляющей работу с неструктурированным массивом данных, является технология Data Mining – совокупность различных методов, таких как классический статистический анализ, корреляционно-регрессионный анализ, кластерный анализ. Достоинством методов Data Mining является возможность обработки как количественных, так и качественных данных, что является актуальным для поставленной задачи.

Подводя итог, необходимо отметить, что в условиях повышающихся требований к специалистам необходимость формирования персонального портрета является актуальной.

Дальнейшим направлением научных исследований предлагается осуществить анализ существующих методов машинного обучения, сравнение их возможностей, выбор наиболее подходящего и разработка алгоритма построения персонального портрета.

- [1] Курганова Н.В. // International Journal of Open Information Technologies. 2019. Vol. 7, № 5. P. 105.
- [2] Тихонов А.Р. // Сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции «Новый взгляд на систему образования» – Прокопьевск: филиал КузГТУ в г. Прокопьевске, 2020. С. 54.
- [3] Столяров, А. Л. // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2019. № 2. С. 99.

## **ИНЖЕНЕРЫ НОВОГО ТИПА ДЛЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИНСТИТУТОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**С.М. Некоркин, О.Е. Зверева, Д.Н. Лысяков, Р.Б. Аминов**

*АО «ФНПЦ «ННИИРТ»*

Тенденции развития предприятий радиоэлектронной промышленности связаны с выпуском конкурентной высокотехнологичной продукции, который возможен только при реализации прорывных научно-технических идей в научно-исследовательских институтах (научных центрах и др. научно-технических учреждениях) профильной направленности. Для выполнения этой амбициозной задачи необходимо изменить подход к подготовке инженеров, связанных с исследованиями и разработкой инновационной продукции. Эффективным взаимодействием академического и/или технического вуза с научно-исследовательским институтом радиоэлектронной промышленности кадровый вопрос решить достаточно сложно, так как адаптация молодого сотрудника на предприятии занимает значительное время и ресурсы. Речь идет о недостатке фундаментальных знаний выпускника технического вуза и недостатке практических навыков специалиста, закончившего академический университет. Кроме этого, для реализации прорывных научно-технических идей во многих случаях необходимо ввести в вузах новые специализации, программы стажировок, программы последипломной специализации и довузовской подготовки кадров и др. Кардинально может изменить подход к подготовке инженеров в вузах для предприятий радиоэлектронной промышленности реализация на их инфраструктуре Программы развития передовых инженерных школ (ПИШ). Одним из вузов, получивших поддержку из федерального бюджета на Программу развития ПИШ, является Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ им. Н.И. Лобачевского).

Целью организации ПИШ в ННГУ им. Н.И. Лобачевского является создание системы подготовки инженеров нового типа с академическим образовательным фундаментом и ранней специализацией для предприятий нижегородского региона и страны в целом в высокотехнологичной сфере радиосвязи, радиолокации и навигации, а также осуществление в партнерстве с этими предприятиями прорывных разработок и исследований, соответствующих мировому уровню актуальности и значимости в соответствующих приоритетных областях технологического развития Российской Федерации. Рассмотрим пример взаимодействия АО «ФНПЦ «ННИИРТ» с ННГУ им. Н.И. Лобачевского в рамках Программы развития передовой инженерной школы на 2022 – 2030 годы.

Основное направление деятельности АО «ФНПЦ «ННИИРТ» – разработка и изготовление радиолокационных станций и комплексов в интересах заказчика с использованием современных инновационных технологий. На предприятии созданы необходимые условия для реализации прорывных научно-технических идей, которые были подробно рассмотрены в работе [1]. К таким условиям относятся: научно-исследовательские работы, опытно-конструкторские работы (разработка и проектирование), оборудование (техника), последовательный процесс создания продукции (технология). Как было указано в той же работе, для выполнения этих условий необходимы четыре

группы специалистов: ученый для проведения научно-исследовательских работ; инженер для разработки и проектирования инновационного продукта; техник для поддержания работоспособности оборудования и технолог для организации последовательного процесса производства. На предприятии наиболее предпочтительным является многопрофильный подход к подбору научно-технических кадров. При таком подходе инженерно-технические работники выполняют функции не только учёного, инженера и организатора, но и функции техника и технолога в производственном процессе. Для создания инновационного продукта на предприятии на этапе прикладных исследований необходимы инженеры, способные получать конкретные результаты для непосредственного использования в проектных разработках. Для реализации этой цели инженеры должны иметь глубокие теоретические знания и специальные навыки по тематике АО «ФНПЦ «ННИИРТ». Кроме этого, для создания научно-технического задела на перспективу на предприятии имеется востребованность в инженерных кадрах, способных определять возможности применения знаний, полученных в передовых научно-технических организациях в ходе фундаментальных и поисковых исследований, в перспективных изделиях.

Все возможности для подготовки таких специалистов имеет ННГУ им. Н.И. Лобачевского – классический многопрофильный университет с тремя факультетами физического профиля – физический, радиофизический и высшая школа общей и прикладной физики, а также институт информационных технологий, математики и механики. В состав университета входят научно-исследовательские институты – научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ), научно-исследовательский физико-технический институт (НИФТИ), научно-исследовательский институт механики (НИИ механики) и научно-исследовательский институт химии (НИИ химии).

К настоящему времени имеется положительный опыт взаимодействия АО «ФНПЦ «ННИИРТ» с ННГУ им. Н.И. Лобачевского. Несколько лет подготовка студентов для АО «ФНПЦ «ННИИРТ» проводилась по программам, адаптированным к профилю предприятия с учетом решаемых и перспективных задач. Программы подготовки включали лекционные занятия и лабораторные практикумы, сдачу студентами зачетов и экзаменов. Для всех студентов организовывалась предварительная защита курсовых и дипломных работ, а также отчетов о прохождении практики, производился отбор перспективных студентов вузов для участия в научно-технических мероприятиях, молодежных научных конференциях и конкурсах. АО «ФНПЦ «ННИИРТ» и радиофизический факультет ННГУ им. Н.И. Лобачевского активно сотрудничали при создании малогабаритной РЛС 1Л122-1Е и РЛС контроля за падением отделяющихся частей ракет.

На сегодняшний день сотрудничество и взаимодействие между организациями в рамках ПИШ укрепляют имеющиеся связи и выводят их на новый уровень. На повестке дня: разработка новой образовательной программы по новой специализации; организация нового специального образовательного пространства; разработка программы повышения квалификации (профессиональной переподготовки); разработка программы прохождения практик и стажировок вне рамок образовательного процесса, в том числе в формате работы с наставниками для студентов, обучающихся по технологическим профилям; разработка программ последипломной специализации выпускников ПИШ в АО «ФНПЦ «ННИИРТ»; организация на базе ПИШ совместного специ-

ализированного учебного центра для обучения специалистов особенностям эксплуатации изделий АО «ФНПЦ «ННИИРТ»»; организация выполнения актуальных направлений и задач в рамках реализации научных проектов ПИШ в интересах АО «ФНПЦ «ННИИРТ».

Остановимся на организации совместного специализированного учебного центра для обучения специалистов. Идея организации такого центра обусловлена необходимостью обучения как студентов по программам новых специализаций, так и углублённого обучения военных специалистов, включая обучение специалистов инозаказчика, грамотной эксплуатации радиолокационных изделий АО «ФНПЦ «ННИИРТ». Необходимость последнего трудно переоценить, так как ассортимент предприятия достаточно широк, а сами высокотехнологичные радиоэлектронные изделия требуют их детального изучения. Технически грамотная эксплуатация изделий военными специалистами повышает эффективность использования изделия, а также значительно снижается риск возможных издержек на ремонт.

В ННГУ им. Н.И. Лобачевского для этой цели обустроивается специализированная аудитория, которая будет оборудована всем необходимым, включая электронные учебные плакаты, персональные специализированные рабочие места, а также макет современной радиолокационной станции, разработанный и изготовленный в АО «ФНПЦ «ННИИРТ», который будет использоваться в качестве учебного пособия. Наряду с традиционным обучением, которое будет осуществляться преподавателями ННГУ им. Н.И. Лобачевского, обучение будет проводиться и по технологиям видеоконференцсвязи (ВКС). Явные преимущества ВКС, использование различных форм Интернет-обучения для взаимодействия преподавателей из числа инженеров и научных сотрудников АО «ФНПЦ «ННИИРТ» со студентами и обучаемыми военными специалистами учебного центра ПИШ позволят как ускорить адаптацию работников предприятия, так и подготовить многопрофильных специалистов для выпуска конкурентной высокотехнологичной продукции.

Организация подобных учебных центров в различных научно-производственных организациях не являются редкостью, по истечении времени они показали свою необходимость и эффективность. Однако, организация такого специализированного учебного центра в рамках передовой инженерной школы, призванной кардинально поменять подход к подготовке инженеров в вузах для предприятий реального сектора экономики, является в определенном смысле инновационной и все предпосылки указывают на её высокую эффективность.

Таким образом, ПИШ можно рассматривать не только как деятельный инструмент роста научного потенциала предприятий радиоэлектронной промышленности, но также как инструмент обучения специалистов, эксплуатирующих их продукцию. Высокая квалификация инженеров нового типа с академическим образованием – это реализация потребностей научно-исследовательских организаций в научно-технических кадрах, отвечающих за производство научных знаний и идей, а также за подготовку и реализацию научных результатов для практического применения.

[1] Шумик Е.С. // Известия ИГЭА. 2014. № 1. С. 19.

Секция «Проблемы физического и инженерного образования»

Заседание секции проводилось 15 мая 2023 г.  
Председатель – М.И. Бакунов, секретарь – С.А. Козлов.  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского