

# ИНЖЕНЕРНАЯ ПЕДАГОГИКА И ЛИНГВИСТИКА

УДК 378. 147

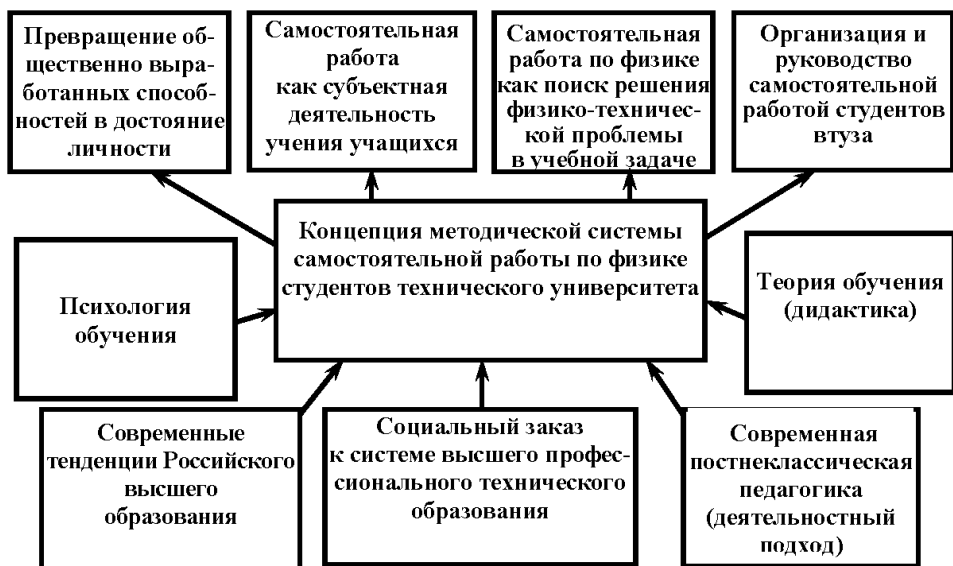
А. В. Купавцев

## МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ФИЗИКЕ

*Рассмотрена методическая система проведения самостоятельной работы по физике студентов технического университета.*

В настоящее время в техническом университете на каждый час аудиторных занятий отводится один час самостоятельной работы студентов. С полной реализацией Государственного образовательного стандарта для высшей школы этот показатель возрастет в два раза и превратит самостоятельную работу студентов в принципиально новый вид обучения в вузе. Изучение и демонстрация видов и способов деятельности все больше вытесняются выполнением деятельности самими студентами. В МГТУ им. Н.Э. Баумана с самого начала было выбрано направление на освоение производственных умений и навыков, методов и способов практической и теоретической деятельности [1].

Моделирование педагогических технологий, еще не ставшее разделом математической науки, отличается рядом специфических требований. Оно начинается с выдвижения теоретической концепции, в базис которой включаются относящиеся к рассматриваемому процессу образовательные категории и социально-педагогические дисциплины. Например, в подготовке инженеров таковыми являются социальный заказ к высшему профессиональному техническому образованию, современные тенденции развития мирового и российского образования, педагогическая психология, современная постнеклассическая (деятельностная) педагогика, дидактика (рис. 1). На этой основе самостоятельная работа в обучении студентов выступает непосредственным преобразователем общественной практики в достояние личности, становится ведущей формой инженерной подготовки в техническом университете. Самостоятельная учебно-познавательная деятельность превращает обучающихся в созидателей и творцов своих знаний и умений, опыта учебной и профессиональной деятельности [2]. Происходит объектно-субъектное преобразование личности студента из объекта, на который влияют обстоятельства, в субъекта, “господствующего” над ними. Самостоятельная работа студентов и ранее находилась в центре внимания педагогического коллектива МГТУ им. Н.Э. Баумана [3–5].



**Рис. 1.** Схема методической системы самостоятельной аудиторной и внеаудиторной учебной деятельности по физике студентов технического университета

Самостоятельная работа в обучении физике отождествляется с субъектной (персонифицированной) деятельностью учения, осуществляемой от начала до конца самим студентом. Выполняя самостоятельный поиск решения учебной задачи, отыскивая нужные знания и правила, студент сам формирует отдельные компоненты и всю учебно-познавательную деятельность в целом. Воплощение этой деятельности в обучении физике происходит на основе созданных физической наукой средств, норм и эталонов познавательной и практической деятельности. Однако для студента в его самостоятельной работе остаются незадаанными и искомый результат, и путь его достижения. В учебной задаче студент решает физико-техническую проблему путем высказывания различных гипотез, предположений и выдвижения критериев их правильности. Именно проблема, аккумулирующая в себе потенциал поиска, несет в себе регулятивную психическую функцию, дает начало формированию психических составляющих деятельности (функциональные свойства, действия, цели, мотивы).

В соответствии с выдвинутой концепцией разрабатывается и методическая система самостоятельной работы по физике студентов технического университета, в основу которой положена модель самостоятельной учебно-познавательной деятельности обучающихся.

Самостоятельная учебная работа как субъектная деятельность учения учащегося подчиняется специальным дидактическим принципам: восхождения к новому знанию (провожающему получению новых знаний и встраивание их в свой прежний опыт); рефлексии над знани-

ем (означающему синтез, развитие и выход за пределы системы актуализируемых знаний); интеллектуальной активности в деятельности учения (благодаря которому объект из рассматриваемой системы связей переключается в новую); самопроектирования деятельности учения учащимся посредством выдвижения предположений и гипотез и одновременно с ними критериев их правильности на двух уровнях “стратегическом” и “тактическом”, которые соответствуют выдвижению замысла решения задачи и его осуществлению [6]. В табл. 1 представлена модель субъектной учебно-познавательной деятельности по физике студента вуза, построенная на основе этих принципов и ориентировочной системы деятельности в психологии. Отметим, что для самостоятельной работы в обучении огромное значение имеют ее мотивация, психологическая развернутость, субъектно-личностная позиция студента по отношению к учебе и приобретению профессиональных знаний.

Проблемы, с которыми сталкиваются студенты вузов в обучении физике, можно разделить так: 1) содержащиеся в основных задачах физики; 2) комплексные; 3) включающие нетиповые условия и обстоятельства и 4) научно-поисковые. Воплощенная в физике деятельность представляет собой методы решения так называемых *основных задач* физики (кинематики, динамики, статистической физики и т.д.). Им соответствует *нормативная* деятельность, нацеленная на достижение предусмотренных теорией конкретных результатов. Проблемы, содержащиеся в основных задачах физики, разрешаются посредством осуществления нормативной деятельности; решение комплексной физической проблемы есть последовательное решение соответствующего комплекса основных задач физики. Проблемы, включающие нетиповые условия и обстоятельства, разрешаются посредством освоения опыта выполнения деятельности в условиях, отличных от нормативных. Для успешного решения научно-поисковых проблем используют фундаментальные методы и принципы физики.

Дидактические цели самостоятельной работы формируются в свете профессионального становления студентов как развитие личности, ориентация на характерные для высшей школы уровни образованности (нормативная деятельность, опыт деятельности в нестандартных ситуациях, фундаментальные методы и обобщения физики, социально-педагогические компетенции, профессиональная компетентность) и достижение требуемого качества обучения.

На рис. 2. представлена модель самостоятельной учебно-познавательной деятельности решения физико-технической проблемы в обучении физике. В ней раскрыто взаимодействие двух ее начал — субъектной деятельности учения и нормативных методов решения

**Модель субъектной деятельности решения учебной задачи по физике**

Этапы деятельности	Виды и средства выполнения деятельности
Целеполагание и осознание предмета деятельности. Уяснение требования (вопроса) задачи	Выдвижение цели в самообразовании. Постановка учебной задачи обучающимся
Актуализация знаний об объекте деятельности	Информация о физическом объекте. Рефлексия актуализируемых знаний
Формулирование общей проблемы задачи. Выдвижение замысла решения задачи	Типовые предметные ситуации. Обобщенные методы физики. Методы решения основных задач физики
Выполнение действий и операций	Правила выполнения действий и операций. Фрагменты выполнения деятельности. Решение упрощенных и типовых задач.
Осуществление деятельности решения задач	Варианты решения проблемы. Критерии правильности предложенных решений. Различный опыт выполнения деятельности
Контроль хода решения задачи	Проверка правильности выполнения действий и операций. Подтверждение правильности действительного результата.
Подведение итога самостоятельной учебно-познавательной деятельности	Приобретение знаний и их означенностей. Развитие умений и навыков. Приобретение и закрепление опыта выполнения деятельности. Развитие мировоззрения. Формирование субъектной позиции

основных задач физики в учебном процессе. Приобретая конкретную субъектно-целевую развернутость, способы нормативной деятельности становятся базисом решения различного типа учебных физико-технических проблем.

Методическая система самостоятельной работы в обучении физике имеет три уровня проектирования:

- 1) создание идеальной модели самостоятельной работы студентов по физике;
- 2) претворение идеальной модели в учебном процессе;
- 3) коррекция и подведение итогов самостоятельной работы студентов по физике.

Свою проработку эти уровни получают в содержательно-процессуальном и организационно-управленческом компонентах разрабатываемой методической системы самостоятельной работы по физике студентов технического университета.



**Рис. 2. Модель самостоятельной субъектной учебно-познавательной деятельности учащихся в обучении физике**

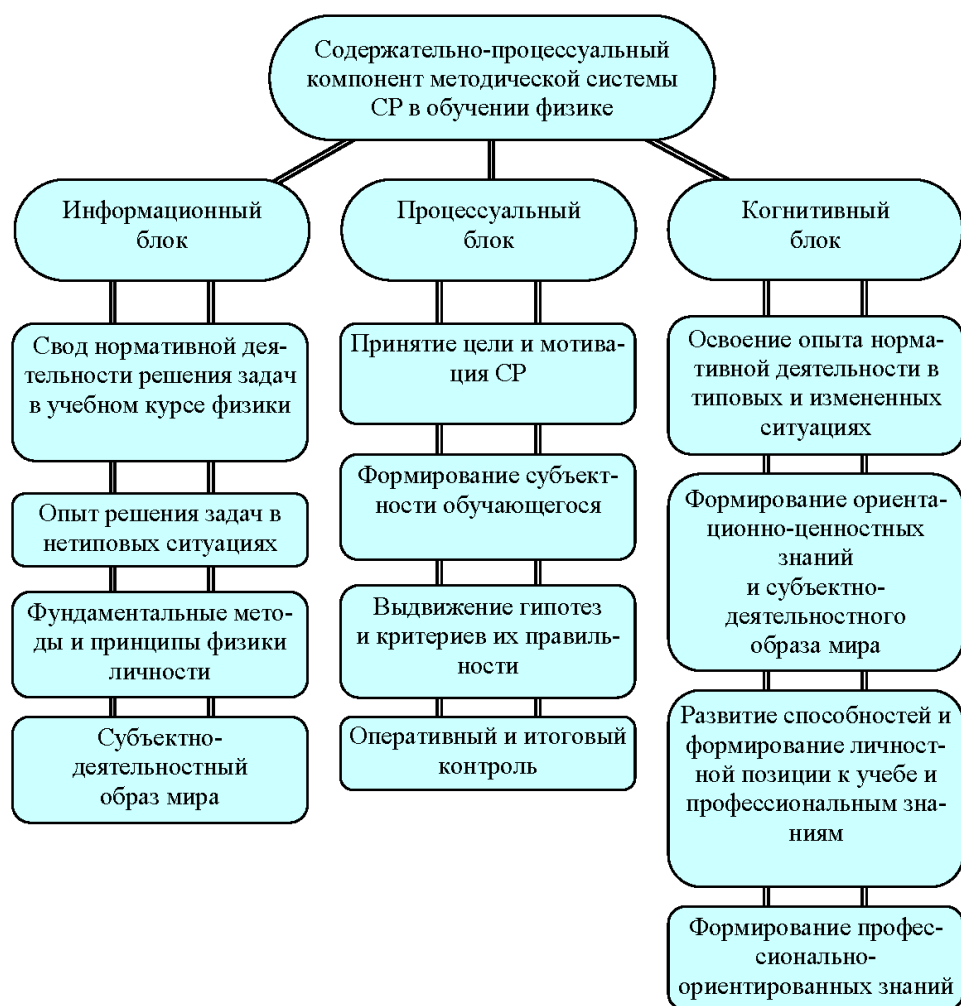
Содержательно-процессуальный компонент методической системы ответственен за программно-содержательное обеспечение самостоятельной учебно-познавательной деятельности студентов в учебном курсе физики технического университета. В его состав (рис. 3) входят три блока — информационный, процессуальный и когнитивный (познавательный, умственный), которые определяют содержание учебного материала, необходимого для освоения методов и способов выполнения самостоятельной работы, для осуществления конкретных действий и операций и для достижения запланированных образовательных результатов.

В курсе физики вуза выстраивают свод нормативной деятельности определенного профиля и наиболее распространенного опыта деятельности в случаях, отличных от типовых (квазиколебательное движение протяженного тела, частные способы решения задач электростатики и др.), а также фундаментальных физических методов, раскрываемых в учебном курсе в виде сюжетных линий физических обобщений:

- динамический метод;
- энергетический метод;
- законы сохранения в физике;

- дифференциально-интегральный метод в физике;
- молекулярно-кинетический и термодинамический методы;
- вероятностно-статистический метод;
- методы теории поля в электродинамике;
- методы колебательно-волнового формализма;
- метод квантования физических величин в атомных и наносистемах;
- метод энергетических диаграмм в квантовой теории твердых тел.

На основе фундаментальных физических методов и принципов и научной картины мира строят в обучении субъектно-деятельностный образ мира как целостную систему познавательных гипотез на различных уровнях (чувственном, когнитивном, рациональном), служащую субъекту и отправной точкой, и результирующим образованием для

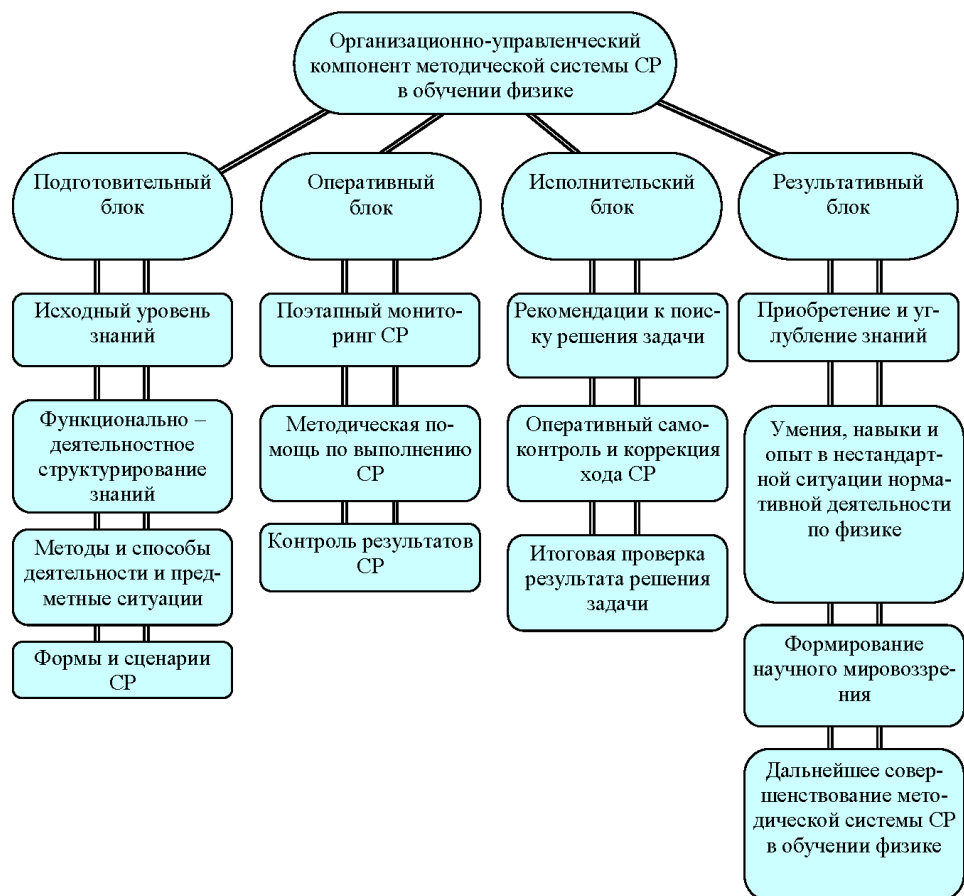


**Рис. 3. Содержательно-процессуальный компонент методической системы самостоятельной работы (СР) в обучении физике**

моделирования своей познавательной и практической деятельности. В содержание курса также включается материал, необходимый для осуществления оперативной и итоговой проверок выполнения самостоятельной работы.

Организационно-управленческий компонент методической системы самостоятельной работы по физике студентов технического университета состоит из подготовительного, оперативного, исполнительского и результативного блоков (рис. 4).

Планируя самостоятельную работу студентов по физике, преподаватель определяет необходимый и имеющийся уровни исходных знаний и умений обучающихся, степень их знакомства с рассматриваемой предметной ситуацией и т.д. Актуализированные для выполнения самостоятельной работы знания структурируют в функционально-деятельностные комплексы с целью систематизации этих знаний и спектра типичной предметной деятельности по физике, в которую они включаются [6].



**Рис. 4. Организационно-управленческий компонент методической системы самостоятельной работы (СР) в обучении физике**

Для проведения самостоятельной работы используют специальные задания. Назовем их типы, опираясь на опыт кафедры физики МГТУ им. Н.Э. Баумана.

I. *Самостоятельная контролируемая работа* (СКР). Каждый студент решает персональную задачу. Банк таких задач отличается единством используемых методов и способов их решений [7].

II. *Индивидуальная самостоятельная работа* (ИСР). Задания для студентов разрабатываются на единой структурной основе, например:

**Задача-упражнение по изучению вероятностно-статистического смысла волновой функции**

1. Объясните, почему при физической интерпретации волновой функции говорят не о самой  $\psi$ -функции, а о квадрате ее модуля?

2. Запишите выражение для плотности вероятности  $w$  и вероятностей  $dP$  и  $P$  нахождения частицы в объеме  $dV$  (или интервале  $dX$ ) и какой-либо его части.

3. Вычислите нормировочный коэффициент  $A$  и запишите выражение для волновой функции.

4. Определите среднее и наиболее вероятное значения координаты частицы и плотность вероятности пребывания частицы в наиболее вероятном состоянии.

Состояние частицы описывается заданной волновой функцией.

$$1. \psi = \frac{A}{r} e^{-ar/2}.$$

$$2. \psi = A \sin(\pi x/a), \quad 0 \leq x \leq a.$$

$$3. \psi = A e^{-x^2/2}.$$

$$4. \psi = A e^{-ar/2}.$$

$$5. \psi = \frac{A}{r} e^{-r^2/2}.$$

$$6. \psi = A \sqrt{x} e^{-x^2/2};$$

$$7. \psi = A \sin(\pi x/a), \quad -a \leq x \leq a.$$

$$8. \psi = A x e^{-x/2+ikx}.$$

III. *Коллективная самостоятельная работа* (КСР). Разрабатывается примерный сценарий учебно-познавательной деятельности студентов. Приведем пример такого сценария по теме “Закон радиоактивного распада”.

1. Сформулируйте закон радиоактивного распада и его статистический (вероятностный) смысл. Запишите формулу закона радиоактивного распада. Что он показывает? Чему равно число распавшихся ядер за время  $t$ ? Каков смысл периода полураспада? Получите связь постоянной и периода полураспада. Запишите формулу закона радиоактивного распада, в которую входил бы период полураспада ядер.

*Задача 1.* Найдите постоянную радиоактивного распада и среднее время жизни радиоактивного ядра радона (222). Чему равна вероятность  $W$  того, что ядро атома распадется в ближайшую секунду?



2. Что называется активностью радиоактивного источника и каков ее физический смысл? Единицы измерения. Получите формулу зависимости активности от времени. Как связана активность с количеством радиоактивного препарата?

*Задача 2.* Найти постоянную распада и среднее время жизни радиоактивного  $^{55}\text{Co}$ , если его активность уменьшается на 4 % за 1 ч.

*Задача 2а.* Определите удельную активность радона ( $^{222}\text{Rn}$ ) в задаче 1.

3. Применение радиоактивных изотопов.

*Задача 3.* Определите возраст древних деревянных предметов, если удельная активность изотопа  $^{14}\text{C}$  у них составляет 60 % удельной активности этого изотопа в только что срубленных деревьях. Период полураспада  $^{14}\text{C}$  равен 5570 лет.

Каждый студент, имея такое задание, работает на занятии, привлекая конспект лекций или учебник, обращаясь к преподавателю. По мере необходимости отдельные фрагменты выполнения задания воспроизводятся на доске.

Особенность предложенного сценария самостоятельной работы студентов заключается в осмыслении вероятностно-статистического смысла закона радиоактивного распада. Студенты определяют вероятность (долю) распавшихся ядер  $\Delta N/N = 1 - \exp(-\lambda t)$ , вычисляют вероятность распада ядра в ближайшую секунду, используя знания, полученные при выполнении самостоятельной работы по  $\psi$ -функции.

Построенная на основе модели самостоятельной субъектной учебно-познавательной деятельности методическая система учитывает особенности самостоятельной работы по физике студентов технического университета, характеризующиеся поэтапным ее выполнением и контролем.

1. Этап раскрытия содержания учебной задачи.
2. Этап рефлексии над актуализированными знаниями.
3. Этап поиска пути решения задачи.
4. Этап осуществления решения.
5. Этап оценки правильности полученного результата.
6. Этап подведения итогов учебно-познавательной деятельности.

В соответствии с ними разработаны рекомендации для студентов к самостоятельному поиску решения физико-технической проблемы [6].

Так, выполняя задание по теме “Распределение Ферми–Дирака электронов в металлах”:

*Уровень Ферми меди (серебра, цинка. . .) при 0 К равен 7,0 (5,48; 9,39. . .) эВ. Найдите температуру вырождения электронного газа в металле. Чему равна концентрация свободных электронов в металле? Проверьте полученный результат другими способами. Найдите при температуре 0 К максимальную плотность квантовых состояний, наибольший и средний импульсы (скорости, энергии. . .) свободных электронов, долю электронов, импульсы которых не превышают его среднего значения. Получите закон распределения свободных электронов по импульсам при температуре 0 К и T,*

студенты находят способы расчета физических величин, оценивают правильность их численных значений. Наборы действий и операций здесь одинаковы, что позволяет преподавателю, имея промежуточные ответы ко всем вариантам, эффективно контролировать отдельные этапы самостоятельной работы во время аудиторного занятия.

В разработанной методической системе удалось реализовать двойственную природу самостоятельной работы студентов по физике, которая проявляется в параллельном осуществлении мониторинга и диагностики со стороны преподавателя и самоконтроля самим обучающимся, субъектно-личностной мотивации и целевого планирования конкретного образовательного результата, аудиторной и внеаудиторной форм самостоятельной познавательной деятельности студентов.

Оперативное руководство самостоятельной работой студентов означает корректное вмешательство преподавателя в самостоятельную познавательную деятельность обучающегося. В ряде случаев это является необходимым и всегда ответственным моментом. Надо не подсказать, а подвести обучающегося к замыслу решения проблемы, к осознанию им своих затруднений и неясных вопросов в содержании материала и выполнении действий.

Совершенно исключительное место в самостоятельной работе студентов занимают контроль и самоконтроль — поэтапное фиксирование промежуточных результатов самостоятельной работы студентов преподавателем и оперативный самоконтроль обучающимися на различных стадиях решения учебной задачи, а также итоговая оценка правильности полученного результата. Применяется система контрольных оценок по физике с различной степенью достоверности — от проверки размерности физических величин, прямого экспериментального подтверждения или решения задачи другими способами до вероятностных оценок и предельных переходов.

Подведение итога самостоятельной работы обучающихся является обязательным. Преподаватель подчеркивает новую информацию, новый для учащихся опыт осуществления деятельности в нормативных и измененных условиях, совершенствование мировоззренческих представлений, формирование ориентационно-ценностных смыслов в субъектно-деятельностной модели мира. Преподаватель, кроме того, работает над дальнейшим совершенствованием методики проведения самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов совместно с аудиторными занятиями, олимпиадами и студенческими научными конференциями составляет единую систему обучения физике в техническом университете и включает самоподготовку студентов к лабораторным и практическим занятиям, самостоятельную работу по лекционному курсу под

руководством лектора, выполнение семестрового домашнего задания по физике, подготовку к рубежному контролю и другим контрольным мероприятиям, участие студентов в творческой работе.

По различным оценкам эффективности обучения физике на основе разработанной единой методической системы аудиторной и внеаудиторной учебной деятельности студентов покажем ее роль в формировании положительной субъектной позиции к учебе и изучению физики. В табл. 2 сравнивается ход выполнения семестрового домашнего задания по физике в экспериментальных (совместно с Е.В. Корогодиной) и контрольных группах студентов МГТУ.

Таблица 2

**Выполнение семестрового домашнего задания по физике**

Экспериментальные группы		Контрольные группы	
Восьмая неделя			
РК 6-23	53 %	МТ 5-22	36 %
РК 6-22	49 %	БМТ 1-21	29 %
МТ 4-41	44 %	РК 5-21	25 %
Двенадцатая неделя			
Э 2-21	76 %	Факультет “Э”	49 %
Э 8-21	84 %	Факультет “М”	28 %

Со студентами второго курса факультета “МТ” (специальности МТ-3, 6, 10, 13) по разработанной методике регулярно проводились самостоятельная учебная работа на семинарах и самостоятельная учебно-творческая работа по лекционному курсу физики, применялась система поощрений самостоятельной и учебно-творческой работы. В итоге они не просто приняли участие в ежегодной кафедральной олимпиаде по физике в составе 21(!) человека (из 62 участников олимпиады), но стали ее призерами — студентка группы МТ 6-41 Н. Лабанова заняла первое место, три студента вошли в первую десятку победителей олимпиады, а еще два студента были включены в состав сборной команды по физике МГТУ им. Н.Э. Баумана.

*Автор выражает искреннюю благодарность профессору кафедры “Физика” МГТУ им. Н.Э. Баумана Л.К. Мартинсону за помощь в разработке рассмотренной темы.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Купавцев А. В. От русского метода обучения ремеслам до деятельностного подхода в профессиональном образовании // Образование через науку. Сб. докладов Международного симпозиума. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.
2. Купавцев А. В. Деятельностный подход к профессиональной подготовке в системе многоуровневого инженерного образования // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. “Естественные науки”. – 2006. – № 4. – С. 106–119.

3. А к т и в и з а ц и я самостоятельной работы студентов // Труды МВТУ. № 249, 1977.
4. А к т и в и з а ц и я самостоятельной работы студентов // Труды МВТУ. № 543, 1990.
5. С о в р е м е н н ы е естественнонаучные и гуманитарные проблемы: Сб. трудов научно-методической конференции, посвященной 40-летию НУК ФН. – М.: Логос, 2005.
6. К у п а в ц е в А. В. Деятельностный аспект обучения физике в техническом вузе. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.
7. А л и е в И. Н., Т о л м а ч е в В. В. Сборник задач по электродинамике / Под ред. В.В. Толмачева. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1996. – 60 с.

Статья поступила в редакцию 25.06.2008



Анатолий Владимирович Куравцев родился в 1939 г., окончил МОПИ им. Н.К. Крупской в 1962 г. Доцент кафедры физики МГТУ им. Н.Э. Баумана, канд. педагог. наук. Автор 60 научных работ в области методики обучения физики и профессионального образования.

A.V. Kupavtsev (b. 1939) graduated from the Moscow Regional Pedagogical Institute n.a. N.K. Krupskaya in 1962. Ph. D. (Pedagog.) assoc. professor of "Physics" department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of 60 publications in the field of methodology of teaching physics and professional education.

---

**В издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана  
в 2008 г. вышла в свет книга**

**Митришкин Ю.В.**

Линейные модели управляемых динамических систем: Учеб. пособие. В 2 ч. – Ч. 1: Уравнения "вход–выход" и "вход–состояние– выход". – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 222 с. (Информатика в техническом университете).

Рассмотрены линейные модели управляемых динамических систем в непрерывном времени с сосредоточенными параметрами, представляемые в переменных "вход–выход" и в пространстве состояний "вход–состояние–выход". Приведены сведения, необходимые для понимания математического описания линейных моделей систем, из разделов функционального анализа и обыкновенных дифференциальных уравнений. Рассмотрены линейные скалярные SISO-модели (Single-Input-Single-Output: один вход–один выход) и многомерные MIMO-модели (Multi-Inputs-Multi-Outputs: много входов–много выходов). Представлены простейшие численные примеры, иллюстрирующие линейные модели динамических систем. Приведена программа на языке MATLAB (MATrix LABoratory: матричная лаборатория) для получения временных и частотных характеристик динамических систем. Представлены результаты исследования с ее помощью некоторых элементарных динамических звеньев.

Для студентов III–IV курсов МГТУ им. Н.Э. Баумана, изучающих основы автоматического управления. Настоящее пособие также может быть полезно аспирантам, преподавателям и специалистам, применяющих теорию управления на практике.

По вопросам приобретения обращаться по тел. (499) 263-60-45;  
e-mail: [press@bmstu.ru](mailto:press@bmstu.ru)