3. $B(x)$ – заключение теоремы (некоторый предикат $B(x)$, заданный на том же множестве *M*) [Далингер 2002:18].

Теоремы категорической и разделительной формы можно обратить в условную форму. В этом случае легко выявить все элементы структуры теоремы, а также определить, о свойстве или о признаке идет речь в теореме. Формулировка теорем в терминах «если …, то …» позволяет облегчить работу с необходимыми, достаточными и необходимыми и достаточными условиями.

Предикаты $A(x)$ и $B(x)$, входящие в теорему, могут иметь сложную структуру, поэтому существуют теоремы различной логической конструкции. Формализованные структуры теорем, с которыми учащиеся сталкиваются в процессе обучения математике, приведены в работе [Болтянский 1973].

Как было сказано выше, одной из составляющих языка обучения математике является язык графических изображений. Так, при изучении геометрии в школе большое значение имеет умение учащихся изображать и читать «рисунки». Не менее важную роль играет графический язык в процессе обучения алгебре и началам анализа, что подчеркивается многими математиками и методистами. Ученик только в том случае освоил то или иное понятие или факт математического анализа, если он достаточно свободно может оперировать этим понятием или фактом, переходя от символической (словесной) формы представления к графической форме и обратно. Поэтому язык графических изображений можно считать одним из трех основных компонентов языка школьного курса алгебры и начал анализа, наряду с естественным языком и языком аналитических выражений [Сатьянов 1987].

Таким образом, математическая наука, наряду с присущим ей в высшей степени формализованным символическим языком, использует и естественный язык, так как без этого невозможно получение и существование математического знания. Еще более велико значение естественного языка в процессе обучения математике. Вообще, обучение математике предполагает использование специального языка, получившего название «язык обучения математике» или «язык школьного курса математики». Этот язык включает, наряду со средствами естественного и собственно математического языков, средства дидактического языка (знаки-указатели в учебниках, зрительные и слуховые наглядности и т.п.). Большую роль при изучении многих разделов школьного курса математики играет графический язык, поэтому его часто выделяют в качестве отдельного компонента языка обучения математике.

Список использованной литературы

1. **Болтянский В. Г.** Как устроена теорема? // Математика в школе. - 1973. - № 1. - С. 41-49.
2. **Виленкин Н. Я., Абайдулин С. К., Таварткиладзе Р. К.** Определения в школьном курсе математики и методика работы над ними // Математика в школе. - 1984. - № 4. - С. 43-47.
3. **Гнеденко Б. В.** Введение в специальность математика. - М.: Наука, 1991. - 240 с.
4. **Далингер В. А.** Обучение учащихся доказательству теорем: Учеб. пособие. - Омск: Изд-во ОмГПУ, 2002. - 419 с.
5. **Кикель П. В.** Математизация научного знания. - Минск: Университетское, 1989. - 85 с.
6. **Колягин Ю. М., Оганесян В. А, Саннинский В. А. и др.** Методика преподавания математики в средней школе: общая методика: Учебное пособие для студ. физ.-мат. фак. пединститутов. - М.: Просвещение, 1975. - 462 с.
7. **Сатьянов П. Г.** Задачи графического содержания при обучении алгебре и началам анализа // Математика в школе. - 1987. - № 1. - С. 56-60.
8. **Столяр А. А.** Логические проблемы преподавания математики. - Минск: Высшая школа, 1965. - 254 с.

ДИНАМАЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ПРЯМОГО ПЬЕЗОЭФФЕКТА ДЛЯ ДЛИННОГО РАДИАЛЬНО ПОЛЯРИЗОВАННОГО ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКОГО ЦИЛИНДРА

Шляхин Д. А.
Самарский государственный архитектурно-строительный университет

1. Постановка задачи. Пусть полый длинный цилиндр представляет собой линейно-упругое анизотропное тело и выполнен из пьезокерамического материала с наведенной поляризацией вдоль радиуса r_*. Рассматривается случай, когда электродированные криволинейные $r_* = a, b$ поверхности загружены динамической нагрузкой (нормальными напряжениями) $q_1^*(t_*)$, $q_2^*(t_*)$. При этом внешняя радиальная плоскость подключена к измерительному прибору с большим входным сопротивлением, что соответствует режиму «холостого хода» (отсутствию свободных электрических зарядов), а внутренняя поверхность заземлена.

Система дифференциальных уравнений, граничные и начальные условия рассматриваемой динамической задачи теории электроупругости в безразмерной форме имеет вид [Партон 1988: 1]:

$$\nabla^2 U-\frac{C_{11}}{C_{33}}\frac{U}{r^2}+e_{33}\nabla^2\varphi-e_{31}\frac{1}{r}\frac{\partial\varphi}{\partial r}-\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}=0 \tag{1.1}$$

$$C_{33}\varepsilon_{33}\nabla^2\varphi-e_{33}\nabla^2 U-e_{31}\frac{1}{r}\frac{\partial U}{\partial r}=0$$

$$r=1,k\quad \sigma_{rr|r=1}=\frac{\partial U}{\partial r}+\frac{C_{13}}{C_{33}}U+e_{33}\frac{\partial\varphi}{\partial r}=q_1(t) \tag{1.2}$$

$$\sigma_{rr|r=k}=\frac{\partial U}{\partial r}+\frac{C_{13}}{C_{33}}\frac{U}{k}+e_{33}\frac{\partial\varphi}{\partial r}=q_2(t)$$

$$D_{r|r=1}=-C_{33}\varepsilon_{33}\frac{\partial\varphi}{\partial r}+e_{31}U+e_{33}\frac{\partial U}{\partial r}=0,\ \varphi(k,t)=0$$

$$t=0:\ U(r,0)=U_0(r),\ \dot U(r,0)=\dot U_0(r) \tag{1.3}$$

где $\{U,r,k\}=\{U^*,r_*,a\}/b$, $\{q_1(t),q_2(t)\}=\{q_1^*,q_2^*\}/C_{33}$, $\varphi=\varphi^*(bC_{33})^{-1}$, $t=t_*b^{-1}\sqrt{C_{33}/\rho}$, $\sigma_{rr}(r_*,t_*),D_r(r_*,t_*),U^*(r_*,t_*)-$ соответственно радиальные компоненты тензора механических напряжений, электрической индукции и вектора перемещений; $\varphi^*(r_*,t_*)-$ потенциал электрического поля; $\rho,C_{ms},e_{ms},\varepsilon_{33}-$ объемная плотность, упругие постоянные, пьезомодули и диэлектрическая проницаемость анизотропного электроупругого материала $\left(m,s=\overline{1,3}\right)$; $U_0,\dot U_0-$ известные в начальный момент времени перемещения, скорости перемещений; $\nabla^2=\partial^2/\partial r^2+r^{-1}\partial/\partial r$.

Точка означает дифференцирование по t.

Соотношения (1.1) – (1.3) и представляют математическую формулировку рассматриваемой начально-краевой задачи электроупругости.

2. Построение общего решения. Решение краевой задачи электроупругости (1.1) – (1.3) осуществляется методом конечных интегральных преобразований [Сеницкий 1991: 2] по радиальной координате r.

Приводим краевую задачу (1.1) – (1.3) к стандартной форме (однородным граничным условиям на криволинейных поверхностях цилиндра) на основе такого представления:

$$U(r,t)=H_1(r,t)+u(r,t),\quad \varphi(r,t)=H_2(r,t)+\chi(r,t) \tag{2.1}$$

где $H_1(r,t)=f_1(r)q_1(t)$, $H_2(r,t)=f_2(r)q_1(t)+f_3(r)q_2(t)$

Если теперь подставить (2.1) в (1.1) – (1.3) и учесть условия

$$f_1(1)=f_1(k)=f_1'(k)=0,\quad f_1'(1)=C_{33}\varepsilon_{33}\left(C_{33}\varepsilon_{33}+e_{33}^2\right)^{-1} \tag{2.2}$$

$$f_2(k)=f_2'(k)=0,\ f_2'(1)=e_{33}\left(C_{33}\varepsilon_{33}+e_{33}^2\right)^{-1}$$

$$f_3(k)=f_3'(1)=0,\ f_3'(k)=e_{33}^{-1},$$

то получим новую начально-краевую задачу относительно $u(r,t)$, $\chi(r,t)$:

$$\nabla^2 u-\frac{C_{11}}{C_{33}}\frac{u}{r^2}+e_{33}\nabla^2\chi-e_{31}\frac{1}{r}\frac{\partial\chi}{\partial r}-\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}=B_1 \tag{2.3}$$

$$C_{33}\varepsilon_{33}\nabla^2\chi - e_{33}\nabla^2 u - e_{31}\frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial r} = B_2$$

$$r = 1, k: \ \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{C_{13}}{C_{33}}\frac{u}{r} + e_{33}\frac{\partial\chi}{\partial r} = 0 \tag{2.4}$$

$$\left[-C_{33}\varepsilon_{33}\frac{\partial\chi}{\partial r} + e_{31}u + e_{33}\frac{\partial u}{\partial r}\right]_{|r=1} = 0 \ , \ \chi(k,t) = 0$$

$$t = 0: \ u_0(r) = U_0(r) - H_1(r,0), \ \dot{u}_0(r) = \dot{U}_0(r) - \dot{H}_1(r,0) \tag{2.5}$$

где $B_1 = -\nabla^2 H_1 + \dfrac{C_{11}}{C_{33}}\dfrac{H_1}{r^2} - e_{33}\nabla^2 H_2 + e_{31}\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial H_2}{\partial r} + \dfrac{\partial^2 H_1}{\partial t^2}$

$$B_2 = -C_{33}\varepsilon_{33}\nabla^2 H_2 + e_{33}\nabla^2 H_1 + e_{31}\frac{1}{r}\frac{\partial H_1}{\partial r}$$

Штрих означает дифференцирование по r.

Функции $f_1(r) \div f_3(r)$ определяются из следующих уравнений

$$f_1^{IV}(r) = 0 \ , \ f_2^{///}(r) = f_3^{///}(r) = 0 \tag{2.6}$$

Введем на сегменте $[k,1]$ вырожденное КИП [Сенийкий 1991: 2] с неизвестными компонентами вектор – функции ядра преобразования $K_1(\lambda_i, r), K_2(\lambda_i, r)$:

$$G(\lambda_i, t) = \int_k^1 u(r,t) K_1(\lambda_i, r) r dr \tag{2.7}$$

$$u(r,t) = \sum_{i=1}^{\infty} G(\lambda_i, t) K_1(\lambda_i, r) \|K_i\|^{-2} \ , \ \chi(r,t) = \sum_{i=1}^{\infty} G(\lambda_i, t) K_2(\lambda_i, r) \|K_i\|^{-2} \tag{2.8}$$

$$\|K_i\|^2 = \int_k^1 K_1^2(\lambda_i, r) r dr$$

где λ_i – положительные параметры образующие счетное множество $\left(i = \overline{1,\infty}\right)$.

При этом круговые частоты осесимметричных колебаний цилиндра ω_i связаны с λ_i зависимостью

$$\omega_i = \frac{\lambda_i}{b}\sqrt{\frac{C_{33}}{\rho}} \tag{2.9}$$

Подвергая систему уравнений (2.3) и начальные условия (2.5) КИП (2.7) в соответствии со структурным алгоритмом, получаем счетное множество задач Коши для трансформанты $G(\lambda_i, t)$

$$\ddot{G}(\lambda_i, t) + \lambda_i^2 G(\lambda_i, t) = -F(\lambda_i, t) \ \left(i = \overline{1,\infty}\right) \tag{2.10}$$

$$G(\lambda_i, 0) = G_0(\lambda_i), \ \dot{G}(\lambda_i, t)_{|t=0} = \dot{G}_0(\lambda_i) \tag{2.11}$$

и, с учетом граничных условий (2.4), однородную краевую задачу для компонент ядра КИП $K_1(\lambda_i, r), K_2(\lambda_i, r)$:

$$\left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d}{dr}\right)K_1 - \frac{C_{11}}{C_{33}}\frac{K_1}{r^2} + \lambda_{in}^2 K_1 + e_{33}\frac{d^2 K_2}{dr^2} + (e_{33} - e_{31})\frac{1}{r}\frac{dK_2}{dr} = 0 \tag{2.12}$$

$$e_{33}\frac{d^2K_1}{dr^2}+\left(e_{33}+e_{31}\right)\frac{1}{r}\frac{dK_1}{dr}-C_{33}\varepsilon_{33}\left(\frac{d^2}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\right)K_2=0$$

$$r=k,1:\ K_1'+\frac{C_{13}}{C_{33}}\frac{K_1}{r}+e_{33}K_2'=0 \tag{2.13}$$

$$\left[-C_{33}\varepsilon_{33}K_2'+e_{31}K_1+e_{33}K_1'\right]_{|r=1}=0\ ,\ K_2\left(\lambda_i,k\right)=0$$

Здесь $F\left(\lambda_i,t\right)=\int_k^1\left(B_1K_1+B_2K_2\right)rdr$

$$\left\{G_0\left(\lambda_i\right),\dot{G}_0\left(\lambda_i\right)\right\}=\int_k^1\left\{u_0,\dot{u}_0\right\}K_1rdr$$

Решение уравнения (2.10), с учетом начальных условий (2.11), записывается в виде

$$G\left(\lambda_i,t\right)=G_0\left(\lambda_i\right)\cos\lambda_it+\dot{G}_0\left(\lambda_i\right)\lambda_i^{-1}\sin\lambda_it-\lambda_i^{-1}\int_0^tF\left(\lambda_i,\tau\right)\sin\lambda_i\left(t-\tau\right)d\tau \tag{2.14}$$

Система дифференциальных уравнений (2.12) приводится к следующему разрешающему уравнению 3-го порядка относительно новой функции $K_3\left(\lambda_i,r\right)$

$$\left(\frac{d}{dr}+\frac{1}{r}\right)\left(\frac{d^2}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{d}{dr}+\beta_i^2-\frac{\nu^2}{r^2}\right)K_3\left(\lambda_i,r\right)=0 \tag{2.15}$$

где $K_3=\frac{dK_2}{dr}+A\frac{dK_1}{dr}+\frac{C_{11}}{C_{33}e_{31}}\frac{K_1}{r}$, $\beta_i^2=\frac{C_{33}\varepsilon_{33}\lambda_i^2}{e_{33}^2-e_{33}C_{33}\varepsilon_{33}A}$

$$\nu^2=\left[e_{31}-e_{33}+C_{33}\varepsilon_{33}\left(A+\frac{C_{11}}{C_{33}e_{31}}\right)\right]\left[\left(e_{33}-C_{33}\varepsilon_{33}A\right)^{-1}-\frac{e_{31}}{e_{33}^2+C_{33}\varepsilon_{33}}\right]$$

$$A=-\frac{e_{31}e_{33}+\sqrt{\left(e_{31}e_{33}\right)^2+C_{11}\varepsilon_{33}\left(e_{33}^2+C_{33}\varepsilon_{33}\right)+C_{33}\varepsilon_{33}e_{31}^2}}{C_{33}\varepsilon_{33}e_{31}},$$

для которого общее решения записывается в виде

$$K_3\left(\lambda_i,r\right)=C_{1i}J_\nu\left(\beta_ir\right)+C_{2i}Y_\nu\left(\beta_ir\right)+C_{3i}E_\nu\left(\beta_ir\right) \tag{2.16}$$

Здесь $J_\nu\left(...\right),Y_\nu\left(...\right),E_\nu\left(...\right)-$ функции Бесселя 1-го, 2-го родов и функция Ломмера - Вебера порядка ν [Янке 1977: 4].

При этом функция $E_\nu\left(\beta_ir\right)$ имеет вид

$$E_\nu\left(\beta_ir\right)=\sum_{k=0,2,4...}^{\infty}a_k\left(\beta_ir\right)^{k+1}\ ,\ a_0=\beta_i\ ,\ a_k=-\frac{a_{k-2}}{\left(k+1\right)^2-\nu^2}$$

Принимая во внимание зависимости между $K_1\left(\lambda_i,r\right)$, $K_2\left(\lambda_i,r\right)$ и $K_3\left(\lambda_i,r\right)$ полученные в результате приведения (2.12) к (2.15), а также реккурентные соотношения относительно функций Бесселя [Янке 1977: 4] получаем следующие выражения для компонент ядра КИП:

$$K_1\left(\lambda_i,r\right)=\sum_{j=1}^{3}C_{ji}N_j\left(\lambda_i,r\right),\ K_2\left(\lambda_i,r\right)=\sum_{j=1}^{3}C_{ji}W_j\left(\lambda_i,r\right)+C_{4i} \tag{2.17}$$

где $N_1(\lambda_i, r) = (m_{1i}\nu + m_{2i}) r^{-1} J_\nu(\beta_i r) - m_{1i}\beta J_{\nu+1}(\beta_i r)$

$$N_2(\lambda_i, r) = (m_{1i}\nu + m_{2i}) r^{-1} Y_\nu(\beta_i r) - m_{1i}\beta Y_{\nu+1}(\beta_i r)$$

$$N_3(\lambda_i, r) = \sum_{k=0,2,4...}^{\infty} a_k \left[m_{1i}\beta_i (k+1) + m_{2i} \right] (\beta_i r)^k$$

$$W_1(\lambda_i, r) = \int \left[J_\nu(\beta_i r) + \left(A\nu - \frac{C_{11}}{C_{33}e_{31}} \right) r^{-1} J_\nu(\beta_i r) - A\beta_i J_{\nu+1}(\beta_i r) \right] dr$$

$$W_2(\lambda_i, r) = \int \left[Y_\nu(\beta_i r) + \left(A\nu - \frac{C_{11}}{C_{33}e_{31}} \right) r^{-1} Y_\nu(\beta_i r) - A\beta_i Y_{\nu+1}(\beta_i r) \right] dr$$

$$W_3(\lambda_i, r) = a_0 (m_{1i}\beta_i + m_{2i}) \left[A - \frac{C_{11}}{C_{33}e_{31}\beta_i} \ln(r) \right] + \sum_{k=0,2,4...}^{\infty} a_k \left[\beta_i (k+2) \right]^{-1} (\beta_i r)^{k+2} +$$

$$+ \sum_{k=2,4,6...}^{\infty} a_k \left(A - \frac{C_{11}}{C_{33}e_{31}\beta_i k} \right) \left[m_{1i}\beta_i (k+1) + m_{2i} \right] (\beta_i r)^k$$

$$m_{1i} = -\lambda_i^{-2} \left[e_{33} + \frac{C_{33}\varepsilon_{33}(1 + e_{33}A)}{e_{33} - C_{33}\varepsilon_{33}A} \right], \ m_{2i} = m_{1i} + e_{31}\lambda_i^{-2}$$

Граничные условия (2.13) ,с учетом (2.17) позволяют сформировать систему однородных уравнений относительно постоянных интегрирования $C_{1i} \div C_{4i}$. Разыскивая ее нетривиальное решение, получаем трансцендентное уравнение для определения собственных значений λ_i, а также выражения для постоянных $C_{1i} \div C_{4i}$.

3. Расчетные соотношения. Заключительным этапом исследования является определение функций $f_1(r) \div f_3(r)$ входящие в разложения (2.1). Для этой цели воспользуемся дифференциальными уравнениями (2.6) и граничными условиями (2.2). В результате имеем:

$$f_1(r) = C_{33}\varepsilon_{33} \left[r^3 - (2k+1) r^2 + k(k+2) r - k^2 \right] \cdot \left[\left(C_{33}\varepsilon_{33} + e_{33}^2 \right) (k-1)^2 \right]^{-1}$$

$$f_2(r) = e_{33} \left[r^2 - 2kr + k^2 \right] \cdot \left[2 \left(C_{33}\varepsilon_{33} + e_{33}^2 \right) (1-k) \right]^{-1} \tag{3.1}$$

$$f_3(r) = \left[r^2 - 2r - k^2 + 2л \right] \cdot \left[2e_{33} (k-1) \right]^{-1}$$

Применяя к трансформанте (2.14) последовательно формулы обращения КИП (2.8), а также разложения (2.1), получаем выражения для определения перемещений $U(r,t)$ и потенциала электрического поля $\varphi(r,t)$:

$$U(r,t) = H_1(r,t) + \sum_{i=1}^{\infty} G(\lambda_i, t) K_1(\lambda_i, r) \|K_i\|^{-2} \tag{3.2}$$

$$\varphi(r,t) = H_3(r,t) + \sum_{i=1}^{\infty} G(\lambda_i, t) K_3(\lambda_i, r) \|K_i\|^{-2}$$

Равенства (3.2) удовлетворяют дифференциальные уравнения (1.1), краевые (1.2) и начальные (1.3) условия, т.е. представляют замкнутое решение рассматриваемой задачи электроупругости.

Разность потенциалов $Q(t_*)$ между электродированными радиальными плоскостями пьезокерамического цилиндра в задаче прямого пьезоэффекта определяется по формуле [Тамм 1989: 3]:

$$Q(t_*) = \varphi(b, t_*) \tag{3.3}$$

Список использованной литературы

1. **Партон В. З., Кудрявцев Б. А.** Электромагнитоупругость пьезоэлектрических и электропроводных тел. - М.: Наука, 1988.

2. **Сеницкий Ю. Э.** Многокомпонентное обобщенное конечное интегральное преобразование и его приложение к нестационарным задачам механики // Изв. вузов. Математика. - 1991. - № 4. - С. 57-63.

3. **Тамм И. Е.** Основы теории электричества. - М.: Наука, 1989.

4. **Янке Е., Эмде Ф., Леш Ф.** Специальные функции. - М.: Наука, 1977.

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ СТУДЕНТАМ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЛО»

Шуваева О. В.

ГОУ ВПО «Тульский государственный университет»

Многие аспекты физических знаний и методов в настоящее время получили самое широкое применение в медицине. Физика является основой медицинского материаловедения, где основное внимание уделяется формированию свойств материалов, важных для работы механических фиксаторов, протезов, имплантантов и их сочетаемости с биологическими тканями. Физические явления и процессы лежат в основе различных методов диагностики и исследований, большинство современных медицинских установок и аппаратов, по сути, – это физические приборы. Поэтому важность изучения физики на медицинском факультете вуза трудно переоценить [Левин 1996: 7].

Современное среднее образование позволяет школьникам старших классов выбирать для углубленного изучения те предметы, по которым они буду сдавать экзамены для поступления в вуз. Для медицинских специальностей – это химия и биология, поэтому изучению физики (и математики) этими школьниками, к сожалению, уделяется недостаточное внимание, в результате чего студенты первого курса медицинского факультета зачастую не готовы воспринимать материал, который пытается донести до них преподаватель.

Еще одна трудность преподавания физики студентам специальности «Лечебное дело» состоит в том, что данный курс физики не предусматривает практических занятий. Студент-медик должен не только владеть теоретическим материалом, но и уметь решать задачи. Поэтому возникает необходимость в организации самостоятельной работы студентов при изучении физики и контроль этой работы. В Тульском государственном университете используется балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов, чем достигается возможность активно влиять на процесс обучения, улучшать функциональные характеристики самого процесса. Это в свою очередь позволяет поставить студента перед необходимостью регулярной учебной работы в течение семестра, поднять интерес студентов к учебному процессу, повысить их успеваемость, проконтролировать и существенно активизировать самостоятельную работу.

Методика преподавания физики студентам специальности «Лечебное дело» в Тульском государственном университете разработана таким образом, чтобы все виды аудиторных занятий (лекции и лабораторные работы) дополняли друг друга. Это особенно важно, так как в отличие от трех семестрового курса физики для общеинженерных специальностей курс физики для студентов специальности «Лечебное дело», в соответствии с ГОСами, рассчитан на два семестра и требует серьезного базового уровня подготовки не только по физике, но и по математике.

Курс физики разбили на четыре модуля («Механика», «Молекулярная физика, термодинамика, гемодинамика», «Электричество и магнетизм», «Оптика, квантовая и ядерная физика») и разработали разнообразные контрольные мероприятия для диагностики процесса усвоения знаний (самостоятельная и индивидуальная работа) и контроля их качества на разных этапах изучения дисциплины (тестирование).

В начале каждого семестра студентам была роздана программа курса физики: перечень вопросов, рассматриваемых на лекциях, и вопросы, которые выносятся на самостоятельную проработку (их предлагалось законспектировать). Приводился список рекомендуемой литературы.

Большую роль в усвоении знаний и приобретении профессиональных навыков играет курс лабораторных работ. Преподавателями кафедры были разработаны методические пособия по выполнению лабораторных работ, которые содержат краткое теоретическое описание изучаемого процесса или явления, описание лабораторной установки, порядок выполнения работы, таблицы, в которые вносятся экспериментальные данные и результаты расчетов, а также контрольные вопросы по теме исследования. В качестве самостоятельной работы студентам предлагалось оформить отчет о выполнении работы, в который помимо расчетов необходимо было включить ответы на все контрольные вопросы. Была предусмотрена защита лабораторных работ, когда студент в форме беседы с преподавателем дополнительно усваивал материал. Вопросы, включенные в