



## ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.03

А.Г. Рогачевский, А.А. Шулунова

### РАЗВИТИЕ У СТУДЕНТОВ НАВЫКОВ ПРИМЕНЕНИЯ НАУЧНОЙ МЕТОДОЛОГИИ

*В статье предлагается организация процесса образования, направленная как на усвоение студентами конкретных дисциплин, так и на ознакомление их с общими принципами анализа прикладных задач. По мнению авторов, эти общие принципы должны основываться на элементах научной методологии. Приведены соответствующие методические указания и пример проведения занятия со студентами.*

**Ключевые слова:** научное мировоззрение, научный метод, научная методология, творческое мышление, саморазвитие личности.

A.G. Rogachevskiy, A.A. Shulunova

### THE DEVELOPMENT OF SKILLS FOR THE SCIENTIFIC METHODOLOGY USE IN STUDENTS

*The organization of the educational process aimed at both the mastering of specific disciplines by students, and their acquaintance with general principles of applied task analysis is offered in the article. According to the authors, these general principles must be based on the elements of scientific methodology. The relevant guidelines and the example of classes with students are presented.*

**Key words:** scientific outlook, scientific method, scientific methodology, creative thinking, person self-development.

**Введение.** Одна из целей высшего образования – развитие у студентов творческого мышления как предпосылки саморазвития личности. Именно эта цель ставится в личностно ориентированной парадигме образования. При этом творческая деятельность студентов должна иметь когнитивный, исследовательский характер [1]. Как известно, высшей формой когнитивной творческой деятельности является научная деятельность. Существуют давно выработанные общие методы научного исследования, и это должно учитываться образовательной парадигмой. А именно: желательно, чтобы при разборе конкретной прикладной задачи студентам демонстрировались элементы научного анализа (элементы научного метода). При этом преподаватель может стимулировать познавательную деятельность студентов, ставя перед ними следующие принципиальные вопросы: Каким образом следует выбирать цели своей деятельности? Как отличить цели от псевдоцелей, не имеющих научной или общекультурной ценности? Существуют ли правила и приемы, обеспечивающие эффективность и плодотворность познавательной, исследовательской деятельности? В качестве примеров эффективности научного метода преподаватель может привести факты из истории науки. Примеры же обратного рода – примеры «псевдооткрытий» – могут быть взяты из истории становления науки в период раннего Средневековья.

Итак, поставим задачу реализации такого педагогического процесса, при котором разбор тем и задач в рамках конкретной дисциплины сочетается с демонстрацией когнитивной эффективности приемов научного анализа. Далее предлагается методика организации такого педагогического процесса.

Уточним некоторые аспекты сформулированной выше проблемы. Во-первых, само понятие когнитивной деятельности может использоваться в узком контексте. Например, предлагаются методики развития креативности посредством творческой деятельности в рамках формализованной системы знаний (например, в рамках какого-либо раздела математики [2]). В связи с этим уточним: в рассматриваемой нами образовательной парадигме цель развития и саморазвития студента – это построение системы знаний, не ограниченной рамками конкретных научных областей или учебных дисциплин. То есть результатом развития личности должно быть формирование научной картины мира (научного мировоззрения). А это, по нашему мнению, должно происходить параллельно с ознакомлением с элементами научного мышления.

Во-вторых, отметим, что структура научного мировоззрения личности анализируется в ряде работ (например, в [3]), однако педагогический процесс, приводящий к формированию у студентов научного мировоззрения, при этом не рассматривается. Как было предложено выше, этот процесс должен включать в себя ознакомление с элементами научного метода.

### 1. Элементы научного метода

Существует обширная литература, посвященная изложению научной методологии (см., например [4–7]). Здесь будут сформулированы только те принципы научной методологии (научного метода), на которые имеются ссылки в последующих разделах статьи. Эти принципы могут быть сформулированы следующим образом:

- 1) преемственность научных исследований (этот методологический принцип иногда называется историческим подходом к проблеме);
- 2) принцип (метод) системного анализа проблемы;
- 3) метод моделирования объекта (метод ограничений согласно [4]). Одна из целей этого метода – формализованное описание объекта [5, 7]. В частности, это описание объекта в рамках конкретной научной дисциплины (в рамках математики, в рамках одной из областей физики и т.д.).

Использование учеными-исследователями элементов научного метода составляет содержание понятия «научное мышление». Далее (раздел 2) предлагается методика проведения занятий, демонстрирующая эффективность научного мышления студентам технических специальностей в процессе решения теоретических задач. Методика основана на опыте проведения авторами занятий по решению задач физики, экономики и математики. Задачи решались студентами в три этапа: общая постановка задачи, ее формализация (вплоть до ее математической формулировки) и решение задачи в среде MathCad. Применение предлагаемой методики будет продемонстрировано с помощью конспекта практических занятий, посвященных решению конкретной прикладной задачи (раздел 3).

### 2. Форма проведения занятий

В следующем разделе приведено содержание двух-трех занятий, посвященных решению конкретной прикладной задачи. При этом анализ задачи и ее решение разбиты на этапы, в которых демонстрируется применение элементов научного метода (разделы 3.1–3.5). Рассмотрим указанные этапы проведения занятий в методическом плане. Формы проведения этих этапов занятий могут быть следующими:

- **семинар**: сначала выступающий студент излагает проблему (см. раздел 3.1), а затем проходит дискуссию (обсуждение всех факторов, влияющих на падение подпиленного дерева (см. раздел 3.2));
- **дискуссия** (см. разделы 3.3, 3.4, где обсуждаются способы упрощения объекта исследования, то есть возможность его моделирования и последующей формализации);
- **выполнение всеми студентами конкретного задания** (математическое решение задачи (раздел 3.5); графический и аналитический анализ решения).

### 3. Задача о времени падения подпиленного дерева при использовании валочного механизма. Содержание практических занятий

#### 3.1. Принцип преемственности исследований. Общая постановка задачи:

Приемы лесосечных работ (подпиливание и пропиливание деревьев, их валка с учетом ветра и наклона площадки и так далее), выработанные до появления современных валочных механизмов, используются и сейчас. Тем самым применяется принцип преемственности исследований (раздел 1). Поясним: систематизированный практический опыт тоже является опытом исследовательской деятельности.

Основная цель использования валочного механизма при лесосечных работах – обеспечить падение подпиленного дерева на грунт в намеченном месте. На первом этапе процесса направление падения задается действием на ствол домкрата валочного механизма. На втором этапе домкрат на дерево не действует, происходит падение под действием силы тяжести. Согласно [8], желательно знать время падения дерева и угловую скорость  $\omega(t)$  в течение падения.

#### 3.2. Системный анализ процесса

Принцип системности при анализе исследуемого процесса требует учета всех факторов, влияющих на скорость падения дерева. Эти факторы таковы [8]:

- аэродинамическое сопротивление кроны дерева;
- скорость ветра;
- управляющий момент силы  $M_{упр}$ , создаваемой валочным механизмом;
- положение центра массы дерева;
- сила тяжести.

#### 3.3 Моделирование процесса

Вопросы для обсуждения (дискуссии)

С помощью какой из точных наук можно описать падение дерева? Какое предположение относительно дерева тогда нужно сделать? Какими силами можно пренебречь, записывая уравнение движения?

Результат обсуждения

Математическая модель падения может быть построена на основе понятий и уравнений механики твердого тела. А именно, считая дерево твердым телом, можно применить уравнение, описывающее вращение тела вокруг заданной оси. Моменты сил будут известны, если пренебречь аэродинамическими силами, т.е. наличием кроны дерева.

Задание

Сделайте чертеж, показывающий начальный момент движения дерева. Точку недопила дерева обозначьте как  $O$ , центр масс – как  $C$ . Куда будет приложена сила тяжести  $\vec{G}$ ? Что является осью вращения?

Запишите выражение для суммарного момента  $\vec{M}$  силы тяжести  $\vec{G}$ , обозначая  $\vec{OC}$  как  $\vec{R}$ .

Выполнение задания

Чертеж приведен на рисунке 1. Момент силы  $\vec{G}$  дается формулой  $\vec{M} = -mg[\vec{R} \times \vec{j}]$ , где  $g$  – ускорение свободного падения. Ось вращения проходит через точку недопила  $O$  перпендикулярно плоскости чертежа. Угол поворота дерева  $\varphi$  определяется положением центра масс  $C$ .

Вопросы

Согласно [8], дерево движется под действием момента силы  $M_{\text{упр}}$  до угла  $\varphi_0 \approx 35^\circ$ . Сравните угол  $\varphi$  в начальный момент (рис.1) и угол  $\varphi_0$ . Каким этапом движения можно пренебречь? Каким будет начальное условие для угла  $\varphi(t)$ ? Каким параметром дерева мы при этом пренебрегаем?

Ответы

Так как (см. рис. 1)  $\varphi \ll \varphi_0 = 35^\circ$ , то можно положить  $\varphi(0) = 0$ , при этом мы пренебрегаем этапом перемещения центра масс до оси  $OY$ , это эквивалентно пренебрежению толщиной ствола дерева.

### 3.4 Формализация описания процесса

Вопрос. Задание

Достаточно ли принятых упрощений для записи уравнения движения? Сделайте чертеж, обозначая через  $A$  верхний конец ствола. Запишите уравнение движения на 1-м этапе, т.е. при  $\varphi < \varphi_0$ . Указание: на этом этапе силой тяжести можно пренебречь, также можно положить  $M_{\text{упр}} \approx h_c F_{\text{упр}}$ , где  $F_{\text{упр}}$  – сила, с которой действует домкрат (она направлена горизонтально),  $h_c = |\vec{OC}|$ .

Момент инерции  $I_0$  относительно оси  $O$  считайте известным (формула для его вычисления приведена в [8]).

Результат выполнения задания

Чертеж приведен на рисунке 2. Уравнение движения имеет вид

$$I_0 \ddot{\varphi} = M_{\text{упр}} + M, \quad (1)$$

где  $I_0$  и  $M_{\text{упр}}$  – постоянные параметры, на 1-м этапе моментом силы тяжести  $M$  пренебрегаем.

### 3.5. Математическое решение задачи

Задание

Найдите общее и частное решение уравнения (1) при  $M = 0$  и при начальных условиях  $\varphi(0) = 0$ ,  $\dot{\varphi}(0) = 0$ . Найдите время движения  $t_1$  в интервале углов  $(0; \varphi_0)$ .

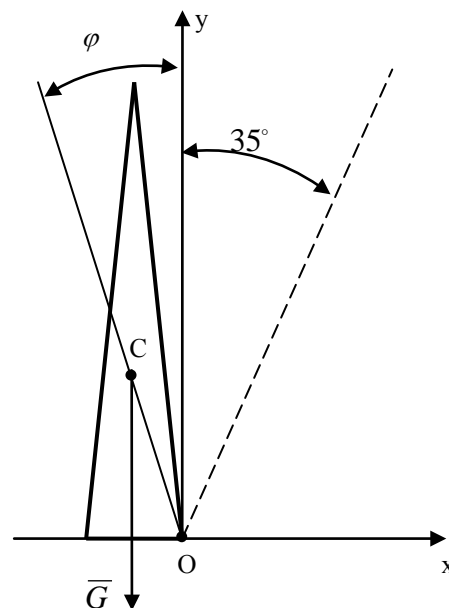


Рис. 1. Начальное положение подпиленного дерева

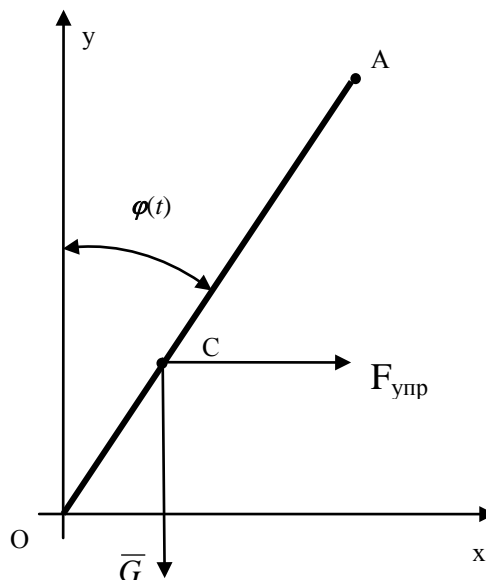


Рис. 2. Силы, действующие на ствол

*Результат выполнения*

С учетом формулы для  $I_0$  [8] получаем

$$t_1 \approx 1,1(I_0 / M_{\text{упр}})^{1/2}. \quad (2)$$

*Задание*

Полагая в (1)  $M_{\text{упр}} = 0$ , но учитывая момент силы тяжести  $M$ , найдите общее решение уравнения движения как уравнения для функции  $\omega(\varphi)$  при  $\varphi_0 < \varphi < \pi/2$ . Найдите постоянную интегрирования.

*Выполнение задания*

Детали вычислений можно найти в [8]. Результат интегрирования уравнения (1)

$$\frac{1}{2} \omega(\varphi)^2 = -\lambda \cos \varphi + C,$$

где  $\lambda = mgR/I_0$ , Начальное значение функции, т.е.  $\omega(\varphi_0)$ , может быть найдено из решения предыдущей задачи. Это дает постоянную интегрирования

$$C = 1,1(M_{\text{упр}} / I_0) + (mgR / I_0) \cos \varphi_0.$$

В [8] приведены оценки величин  $(M_{\text{упр}}/I_0) \approx 0,01$  и  $\lambda = (mgR/I_0) \approx 0,64$ , что дает  $C \approx 0,53$ . Для более точных оценок постоянной  $C$  можно использовать приведенное в [8] выражение  $I_0$  через  $m$  и высоту дерева  $H$ . Кроме того, следует использовать таблицы, из которых можно по  $H$  найти  $m$  и  $R$  для различных пород.

*Задание*

Подставьте в (2)  $\omega = \dot{\varphi}$ . Решите уравнение и запишите формулу для времени движения  $t_k - t_1$  на втором этапе движения.

*Результат выполнения задания*

$$t_k - t_1 = (1/\sqrt{2}) \int_{\varphi_0}^{\pi/2} (C - \lambda \cos \varphi)^{-1/2} d\varphi.$$

При конкретных значениях постоянной  $C$  интеграл может быть вычислен с помощью системы MathCad. Например, при полученном выше значении  $C \approx 0,53$  результатом будет  $t_k - t_1 \approx 0,17$ .

**Заключение.** Рассмотренная в разделе 3 задача является типичной для дисциплин, в которых изучается математическое моделирование производственных процессов. В разделах 2, 3 показано, что одновременно с освоением математического моделирования в рамках таких дисциплин студенты могут знакомиться с элементами научного метода. Тем самым показана возможность решения образовательной проблемы, сформулированной во введении, при обучении студентов технических специальностей.

**Литература**

1. Железовская Г.И., Абрамова Н.В. Творческое саморазвитие личности в контексте личностно ориентированной парадигмы образования // Alma mater: вестн. высшей школы. – 2014. – № 3.
2. Янковская Н.Б. Метакогнитивная включенность в деятельность при обучении математике // Alma mater: вестн. высшей школы. – 2013. – № 9.
3. Мукушев Б.А. Проблемы формирования научного мировоззрения личности // Alma mater: вестн. высшей школы. – 2010. – № 5.
4. Космин А.Д. Теория и методология познания. – М.: Экономика, 2006.
5. Князев Н.А. История и методология науки и техники: учеб. пособие. – Красноярск: Изд-во СибГАУ, 2010.
6. Научный метод и методологическое сознание / под ред. Д.В. Пивоварова. – Свердловск: Изд-во УрГУ, 1986.
7. Методология науки. Вып.4. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2000.
8. Александров В.А., Шоль Н.Р. Конструирование и расчет машин и оборудования для лесосечных работ и нижних складов: учеб. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Лань, 2012.