

# ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ

Е. А. Зубова

## МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТВОРЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ НА РЕСУРСНЫХ ЗАНЯТИЯХ

В статье рассматривается возможность использования комплекса профессионально-ориентированных задач (ПОЗ) как средства формирования творческой активности будущих инженеров в техническом вузе. Определены функции профессионально-ориентированных задач, педагогические условия формирования творческой активности, этапы творческой деятельности на ресурсных занятиях. Приведены примеры и анализ ПОЗ: плоские задачи теории упругости Фламана в условиях вариативности процедур и результатов.

**Ключевые слова:** творческая активность, будущие инженеры, ресурсное занятие, профессионально-ориентированные задачи.

Е. А. Zubova

## PROCEDURE OF DESIGNING CREATIVE ACTIVITY OF FUTURE ENGINEERS AT RESOURCE LESSONS

Using a complex of vocational oriented tasks as an effective resource of forming the student's creativity for a future engineer is considered. We define functions, pedagogical conditions, stages of student's activity at resource lessons. Some examples and analysis of tasks are presented.

**Key words:** creative activity, future engineers, a recourse lesson, professionally orientated tasks.

В современных условиях интенсивного применения математических методов в естественных науках, технике и смежных науках, которое непременно находит свое отражение в изменяющихся программах вузовского математического образования, настоятельно заявляет о себе проблема более эффективного использования и развития в обучении математике интеграционных процессов при решении задач, как в структуре актуализации психофизиологических закономерностей и механизмов восприятия сложной информации личностью студента, так и для развития его творческих способностей, мышления и культуры. Существуют различные подходы к сущности понятия «задача», к классификации задач. Этим вопросом занимались Г.А. Балл, В.А. Гусев, Ю.М. Колягин, Д. Пойа, А.М. Матюшкин, И.Я. Лернер, Г.И. Саранцев, З.А. Скопец и др. В их работах достаточно широко рассмотрены вопросы о сущности понятия «задача», о структуре задач, классификации задач и методике обучения их решению. Однако имеющийся теоретический запас знаний студентов не всегда является активным, поэтому необходимо добиваться от них творческого практического применения полученных знаний в решении и исследовании

задач, в том числе связанных с их будущей профессиональной деятельностью. Это можно реализовать в курсе «Высшей математики» в техническом вузе при исследовании и решении профессионально-ориентированных задач с варьированием условий, результатов и процедур, где раскрывается связь математических и специальных знаний.

Возможность осуществления этих связей обусловлена следующим:

- многочисленные применяемые математические приемы и методы, изучаемые в техническом вузе при исследовании реальных процессов и явлений, широко применяются студентами в будущей профессиональной деятельности;
- в будущей профессиональной деятельности студентам предстоит творчески и самостоятельно решать возникшую профессиональную проблему;
- для управления современной техникой и ее использования необходимы более глубокие знания теории и практики, понимание теоретических законов и практических принципов действия.

В технических вузах в последнее время появляются разработки комплексов задач при

обучении математике для применения их на лекциях, практических занятиях и в самостоятельной работе студентов. Например, С.А. Розанова [1] предлагает комплекс профессиональных задач, расположенных по уровням трудности, для студентов технических университетов различных специальностей. Но разработок по отдельным специальностям для формирования творческой активности студентов практически нет, так как такие комплексы должны содержать задачи, формулировка которых профессионально значима для студентов, а условия, результаты и процедуры должны быть подвержены изменениям. *Следовательно, важной проблемой остается создание и внедрение в учебный процесс комплекса профессионально-ориентированных задач (как общих, так и по отдельным областям математики и по группам родственных инженерных специальностей), которые дали бы достаточный материал и дидактическую основу для формирования творческой активности будущего инженера.*

В своей работе мы используем профессионально-ориентированные задачи, являющиеся средством формирования творческой активности студентов при изучении курса «Высшей математики». Под понятием «*профессионально-ориентированная задача*» мы понимаем *некоторую абстрактную модель реальной ситуации, возникающей в профессиональной деятельности и решаемую средствами математики, в фабуле которой заложена возможность варьирования условия, процедур и результата.*

Варьирование условия, результата и процедур профессионально-ориентированной задачи активизирует мыслительную деятельность студентов.

Для выделения таких задач из всего многообразия профессионально-ориентированных задач необходимо определить их *функции*:

- развитие профессиональной мотивации;
- выявление и актуализация механизмов интеграции математических и специальных знаний;
- совершенствование навыков самоконтроля и рефлексии поведения;
- формирование интеллектуальной восприимчивости, гибкости, подвижности мысли как проявлений творческого мышления студентов.

Проводя анализ вышеперечисленных функций, мы выделили еще и *критерии профессионально-ориентированных задач*:

- наличие инженерно-технической (естественно-научной) фабулы задачи в контексте профессиональной направленности;
- необходимость включения математических средств и методов решения ПОЗ в поле актуального опыта личности будущего инженера;
- комплексность применяемых математических знаний, методов и процедур на основе «анализа через синтез»;
- воспроизводимость в достаточной вариативности содержания, средств и методов решения ПОЗ (4–5) для обеспечения работы студентов в малых группах;
- наличие элементов новизны и занимательности в фабуле задачи как благоприятных факторов пробуждения интереса студентов к математике и мотивирования их творчества.

При формировании творческой активности студентов эффективным средством является исследование и решение профессионально-ориентированных задач, в которых реализуются внутриспредметные и межпредметные связи математических и специальных знаний. В центре постоянного поиска путей связи между различными областями знаний с учетом формирования творческой активности личности студента стоят межпредметные связи. Работам, направленным на рассмотрение теоретических обоснований основ межпредметных связей, уделяли свое внимание М.Н. Берулава, В.А. Далингер, М.А. Данилов, Л.В. Занков, И.Д. Зверев, В.Н. Келбакиани, М.Н. Скаткин и др.

В работах этих ученых прослеживается мысль, что в основе методологии межпредметных связей лежит их мировоззренческая роль.

При рассмотрении подходов к сущности межпредметных связей акцент делается на развитии целей и задач процесса обучения для формирования социально значимых качеств личности студента. «Исходные теоретические положения в исследовании рассматриваемой проблемы следуют из анализа связей наук, отражением которых являются межпредметные связи» [2. С. 4].

В настоящее время стало актуальным использование в процессе обучения математике в техническом вузе теоретически обоснованных методик решения задач, направленных на будущую профессиональную деятельность сту-

## Теория и методика обучения и воспитания

дентов и формирование их творческой активности.

*Именно творческая активность студентов есть целенаправленная деятельность личности, обеспечивающая ее включение в процесс созидания нового (в том числе, субъективно нового), предполагающая внутрисистемный и межсистемный перенос знаний и умений в новые ситуации, изменение условий и способов действия (как внутренних, так и внешних) при решении учебных задач.*

В связи с этим для формирования творческой активности студентов условия, процедуры и методы решения задачи, численные и графические результаты должны быть подвержены изменениям так, чтобы в процессе решения и исследования был выход за пределы стандартной ситуации и были созданы условия для проявления надситуационной активности. Это будет способствовать самостоятельной творческой работе студентов. В процессе решения задачи формируется такой важный компонент творческой активности, как способность преобразовать структуру объекта: студенты строят серии математических моделей в исследовании профессионально-ориентированной задачи, тем самым определяя сущность ПОЗ и выявляя структуру интегративных связей.

Значимыми показателями творческой активности являются чувство новизны и критичность мышления. Варьирование условий, процедур и результатов обеспечивает положительную динамику этих показателей. Исследование и решение ПОЗ способствует актуализации внутри- и межпредметных связей математики с будущей профессиональной деятельностью студентов посредством включения в процесс решения поиска новой (авторской) задачи, что также положительным образом влияет на динамику творческой активности.

В педагогической психологии выявлен целый ряд условий, которые способствуют формированию творческой активности обучающихся. Так, Дж. Брунер [3] определяет четыре группы условий, которые могут способствовать научению путем открытий: настрой, состояние потребности, владение конкретикой и многообразие подготовки. В.Н. Дружинин и Н.В. Хазратова [4] в своем исследовании отмечают, что формирование креативности возможно лишь в специально организованной среде, которую характеризует отсутствие регламентации предметной активности; наличие позитив-

ного образца творческого поведения; создание условий для подражания творческому поведению и блокирование проявлений агрессивности и деструктивного поведения; социальное подкрепление творческого поведения.

Таким образом, нами предлагаются следующие педагогические условия формирования творческой активности будущих инженеров в процессе обучения математике:

- наличие творческой среды (стимулирование ситуации успеха, работа в малых группах, толерантность к неопределенности, готовность к дискуссиям и множественности решений проблемы, выявление и популяризация образцов творческого поведения и его результатов);
- низкая степень регламентации поведения и наличие предметно-информационной обогащенности;
- информационно-технологическая поддержка творческой активности студентов на всех этапах обучения математике с использованием ПОЗ [4].

Исследование и решение профессионально-ориентированных задач в процессе обучения математике способствуют развитию мыслительных операций студента, самостоятельной творческой деятельности, показывает связь математических и специальных знаний, связь с будущей профессиональной деятельностью, то есть является эффективным средством формирования творческой активности.

В настоящей работе методика формирования творческой активности студентов на основе внедрения комплекса ПОЗ в процесс проектирования и реализации ресурсных занятий в рамках освоения курса высшей математики предполагает следующие последовательные этапы деятельности:

- *мотивационно-ценностный* (наличие образцов решения инженерно-технических и естественно-научных проблем с их анализом и особенностей творческих подходов, на эталонном и ситуативном уровнях); способность «действовать в уме» и широта поля ассоциаций как основа креативности; низкая регламентация поведения в исследовательской деятельности);
- *подготовительный* (тренировка конвергентного мышления; постановка и поиск решения ПОЗ с фиксацией необходимых этапов: сбор и анализ данных, возникновение гипотез, анализ возможностей ИКТ-

## Теория и методика обучения и воспитания

- средств поддержки; проверка адекватности решения);
- *содержательно-исследовательский* (развитие дивергентного мышления на базе ПОЗ; наглядное моделирование на основе визуализации объектов и процессов; актуализация множественности решений на основе однозначности данных; интуиция и прогноз результатов, поиск и алгоритм решения, инсайт; проверка гипотез, их модификация и нахождение результатов; учет вероятных и невероятных обстоятельств);
- *оценочный* (оценка истинности гипотез; генерирование выводов в соответствии с результатами проверки; применение выводов к новым данным; анализ обобщений и рефлексивный контроль; верификация результатов).

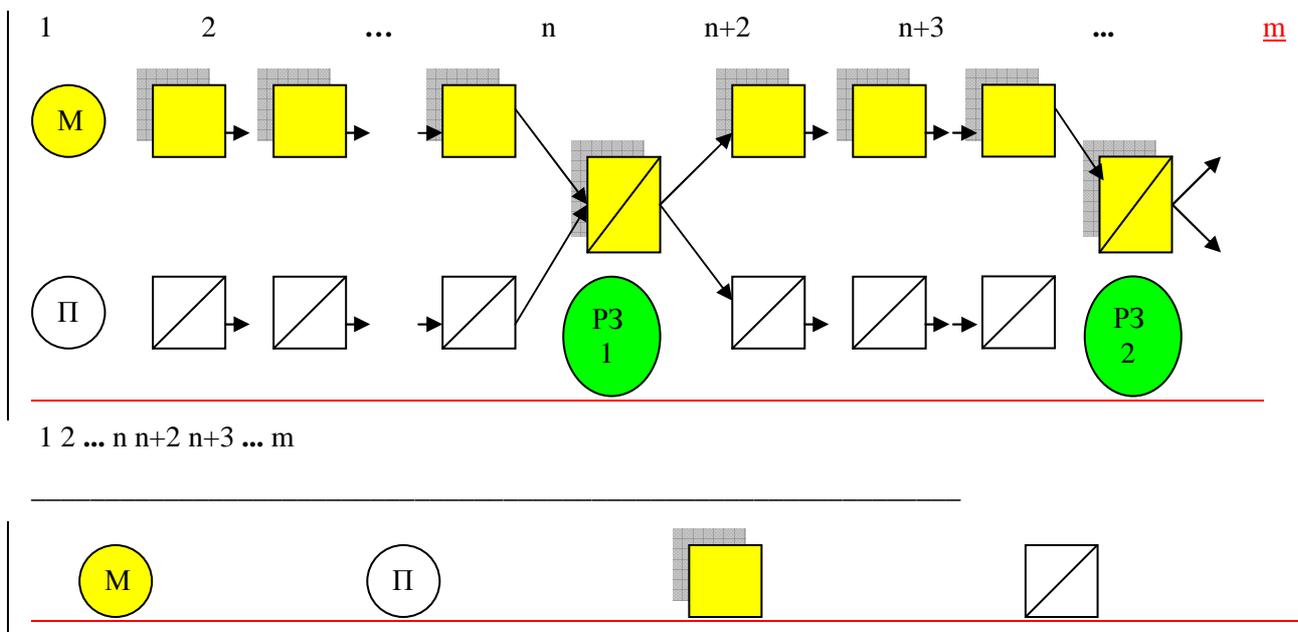
Безусловно, такая этапность и указанные подобные характеристики имеют место, когда способности и активность личности оформляются как сложное синтетическое образование, однако в ситуативной деятельности, на уровне становления опыта, личностных качеств и когнитивных актов мышления будущего инженера, часть характеристик и даже этапы могут меняться местами.

Ресурсные (или интегративные, например у Е.Н. Трофимец [5]) занятия встраивались в

текущие занятия по высшей математике в соответствии с определенной схемой. Дидактическая цель таких занятий – решение и исследование профессионально-ориентированных задач со студентами в малых группах на основе рефлексии и коммуникаций, интеграция математических знаний, разработка и презентация студентами исследовательских проектов, направленные на формирование творческой активности студентов. Частота проведения ресурсных занятий – 8–9 занятий (2 занятия в семестре по 4 часа) в процессе преподавания курса «Высшая математика» (2 года). Схема внедрения ресурсных занятий показана на рисунке 1 [6].

Восприятие пространства осуществлялось через призму психофизической природы человека. Но, в то же время, наблюдалась дихотомия пространственных ориентиров. Например, священное пространство города находилось в крайней оппозиции к чужому, неосвоенному пространству, из чего вытекало жизненно важное для римлянина стремление преодолеть враждебность окружающего мира. Пространство Рима воспринималось посредством ощущения сакрального, прокладывавшего связь с прошлым, с поколениями предков.

Рисунок 1



математика специальные дисциплины математические знания прикладной ресурс

PZ 1 (2)... – ресурсные знания 1 (2) ...

В целом следует отметить, что, несмотря на наличие ряда оригинальных научных трудов, наблюдается явная недостаточность историко-культурологических исследований, характеризующих как античное мировосприятие вообще, так и римское в частности. Для выявления феноменальности культуры древнеримской цивилизации необходимо дальнейшее изучение проблемы восприятия времени и пространства человеком Древнего Рима, и «новая» культурная история, стремящаяся к созданию интегративных исследований, открывает для этого большие перспективы.

Таким образом, в ходе учебного процесса происходит наращивание математического и прикладного ресурсов, которые затем аккумулируются на ресурсном занятии при исследовании и решении профессионально-ориентированных задач. Это способствует реализации профессиональной направленности в обучении математике будущих инженеров нефтегазового комплекса.

Рассмотрим реализацию методики формирования творческой активности студентов на ресурсном занятии.

Пример. Этапы ресурсного занятия: векторная алгебра и аналитическая геометрия.

Рассмотрим следующую задачу.

*Задача 1.* Теория резания металлов опирается на фундаментальные результаты теории упругости. В 1965–1973 гг. тогда еще начинающие исследователи Тюменского государственного нефтегазового университета, а ныне крупные специалисты по теории резания профессор М.Х. Утешев, профессор Е.В. Артамонов, профессор Ю.И. Некрасов, профессор В.В. Мелехов впервые применили в своих экспериментах лазер. Методами голографии и лазерной интерферометрии они получили уникальные результаты в теории упругости, положенные затем в основу исследований по теории резания, – науки во многом эмпирической. Но некоторые результаты тех экспериментов были неясны с точки зрения теории упругости. Так, например, в экспериментах с нагруженным клином была получена математически неясная голографическая картина, представленная на рисунке 2.



Рис. 2. Голографические интерферограммы на плоско-напряженном клине из инструментальной стали У8А при нагрузке  $P = 5 \cdot 10^3 \text{ Н}$  [7. С. 70]

Необходимо построить математическую модель плоско-напряженного клина и выяснить структуру семейства изопахик (*изопахикой* называют кривую, в каждой точке которой сумма главных напряжений одна и та же).

При решении задач по теории упругости для общего случая трехмерных тел встречаются математические затруднения, которые студенты, будущие инженеры, не в состоянии преодолеть. Это обстоятельство вынуждает их переходить к более простым задачам, что целесообразно при освоении нашей методики. Одной из простейших задач является плоская задача по теории упругости (см. задачу 2).

*Задача 2.* Плоская задача Фламана (1892).

Пусть  $\alpha$  – упругая полуплоскость с границей  $g$ ;  $O \in g$  – точка приложения силы  $K$ , направленной перпендикулярно прямой  $g$ ;

$\sigma : \alpha \longrightarrow \mathbf{R}$  – функция, такая, что для произвольной точки  $M \in \alpha$  значение  $\sigma(M)$  определяется как сумма главных напряжений  $\sigma = \sigma_x + \sigma_y$ . Доказать, что изопахики, то есть линии уровня функции  $\sigma$ , образуют параболический пучок окружностей, касающихся прямой  $g$  в точке  $O$ . Построить график функции  $\sigma$ .

## Теория и методика обучения и воспитания

В справочной литературе студенты находят, что в задаче Фламана тензор напряжений имеет вид:

$$T = -\frac{2K}{\pi r^4} \begin{pmatrix} x^2 y & xy^2 & 0 \\ -xy^2 & y^3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad r^2 = x^2 + y^2,$$

где  $\sigma = \sigma_x + \sigma_y = -\frac{2Ky}{\pi r^2}$ . Это означает, что

изопахики образуют линейный параболический пучок окружностей, определяемый уравнением:

$$\sigma \pi r^2 + 2Ky = 0$$

или  $x^2 + (y - b)^2 = b^2$ ,  $b = -\frac{K}{\sigma}$ .

Далее, используя средства информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), студенты строят пучок изопахик в виде окружностей.

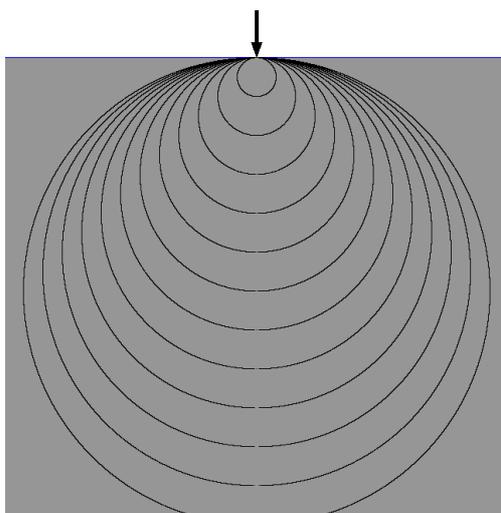


Рис. 3. Параболический пучок окружностей как семейство слоев отображения  $\sigma$

При построении графика 3D можно воспользоваться различными пакетами, например,

тором они более всего удобны. График функции  $\sigma$ , представленный на рисунке 4, построен

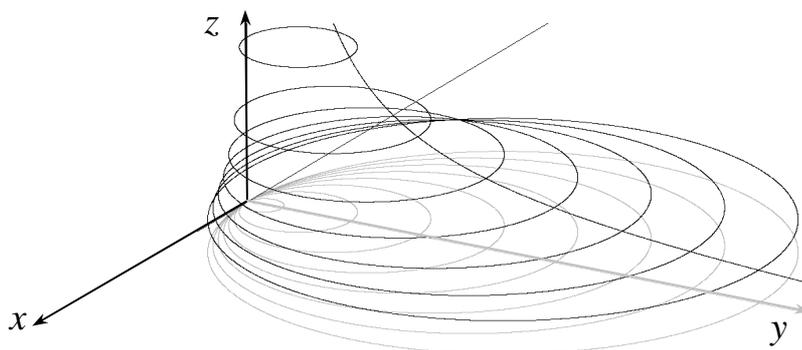


Рис. 4. Каркасный график функции  $\sigma$

пакетом MathCAD. Но студентам полезно уметь самим строить графики в том виде, в ко-

в Visul Basic.

## Теория и методика обучения и воспитания

Однако на таком графике не видны особенности изучаемого явления – семейства изоплах. После нескольких попыток студенты

строят каркасный график, основным достоинством которого является то, что «сквозь него видны» координатные плоскости (рис. 5).

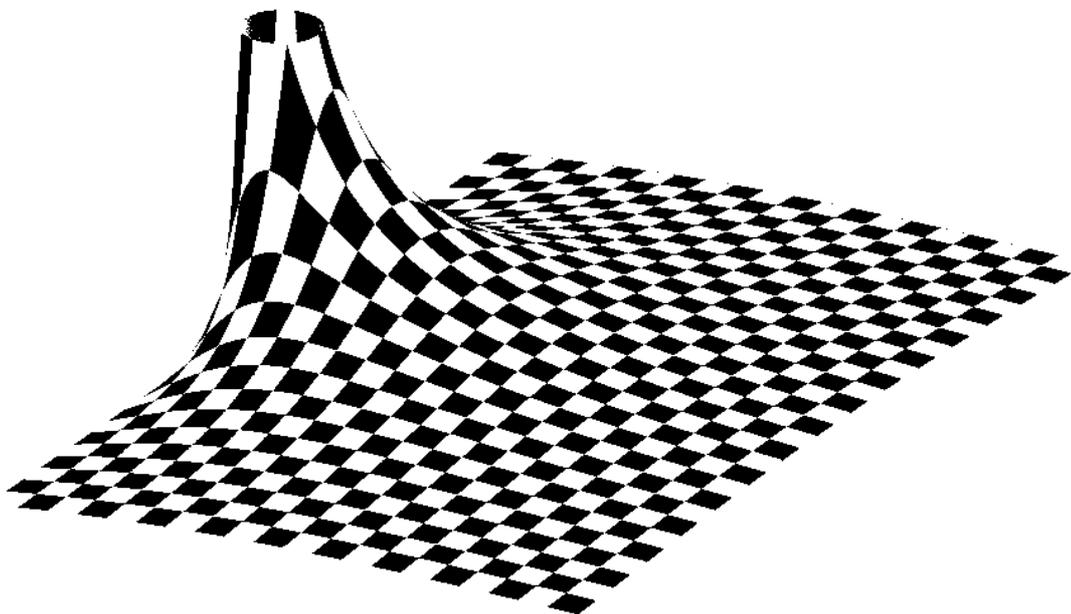


Рис. 5. Клетчатый график функции  $\sigma$

Приемы, которые применяют студенты для достижения творческого понимания этой ситуации, предполагают вариации объектов, свойств и отношений. Прежде всего, условие задачи Фламана следует разложить на составляющие, а затем проварьировать их. В данном случае у студентов легко возникло несколько идей. Так, если изменить условие нормальности нагружающей силы, возникает задача 3.

*Задача 3.* Пусть  $\alpha$  – упругая полуплоскость с границей  $g$ ;  $O \in g$  – точка приложения силы  $K$ , направленной под углом  $\psi$  к прямой  $g$ ;

$\sigma : \alpha \longrightarrow \mathbf{R}$  – функция, такая, что для произвольной точки  $M \in \alpha$  значение  $\sigma(M)$  определяется как сумма главных напряжений  $\sigma = \sigma_x + \sigma_y$ . Исследовать семейство слоев отображения  $\sigma$ .

Сохраним условие нормальности, но заменим сосредоточенную силу на распределенную. Тогда получается задача 4.

*Задача 4.* К границе упругой полуплоскости приложена равномерно распределенная сила – жесткий штамп в виде отрезка  $AB$ . Пусть

$\sigma : \alpha \longrightarrow \mathbf{R}$  – функция, такая, что для произвольной точки  $M \in \alpha$  значение  $\sigma(M)$  определяется как сумма главных напряжений  $\sigma = \sigma_x + \sigma_y$ . Доказать, что изоплахи, то есть

линии уровня функции  $\sigma$ , образуют гиперболический пучок окружностей, проходящих через концы отрезка  $AB$ .

Студенты, знакомые с окружностями из курса аналитической геометрии, сразу же предложили задачу 5.

*Задача 5.* Пусть  $AB$  – отрезок плоскости;  $\alpha$  – полуплоскость, границей которой служит

прямая  $AB$ ;  $\varphi : \alpha \longrightarrow \mathbf{R}$  – функция, такая, что для произвольной точки  $M \in \alpha$  значение  $\varphi(M)$  определяется как величина угла  $AMB$ .

В тех случаях, когда сложное явление имеет простое и наглядное (и, как правило, красивое) математическое истолкование, следует обратить внимание студентов на то, что это не случайное совпадение, а, скорее всего, отражение достаточной адекватности модели и изучаемого явления. В данном случае математическая модель построена в теории упругости и отражает внутреннюю красоту, по крайней мере, математики.

Теория резания металлов широко опирается на теорию упругости. Но, как показывает практика, теория резания остается в большей степени эмпирической наукой, несмотря на всю ее красоту. До сих пор теория упругости не дает удовлетворительного объяснения нагруженного тела с особенностями, каковым является

резец, на кончике которого во время резания заготовки происходят сложнейшие механические, термические, электромагнитные явления.

Мотивируемые задачей 1, студенты погружаются в размышления, пытаются понять сущность проблемы, проявляют творческую активность, придумывая задачи, двигаясь от простого к сложному. На этом пути они задаются вопросом, поставленным в задаче 6.

*Задача 6.* Действительно ли функции  $\varphi$  и  $\sigma$  из предыдущих двух задач совпадают с точностью до числового множителя?

Ответ на этот вопрос оказывается утвердительным, в связи с чем возникает *задача 7*.

*Задача 7.* На плоскости дан отрезок  $AB$ . Найти множество точек плоскости, из которых отрезок  $AB$  виден под углом  $\varphi$ .

Эта задача решается студентами в малых группах разными способами (с помощью векторной алгебры, аналитической геометрии, производной и т. д.). Происходит презентация решений, анализ полученных результатов. За-

тем продолжается разговор о варьировании задач.

Что можно еще изменить в задаче Фламана? Прежде всего, возникает идея рассмотреть нагружение не одной, а несколькими силами. Посредством ИКТ-средств студенты исследуют сумму главных напряжений для двух, трех и более сил.

В заключение отметим, что одним из важнейших критериев профессиональной готовности современного инженера является формирование его творческой активности – это достигается варьированием условий, процедур и результатов ПОЗ. Исследование и решение профессионально-ориентированных задач, дискуссии по поводу исследовательского проекта позволяют совершенствовать умения и навыки студентов в овладении приемами анализа инженерных процессов, необходимых для будущей профессиональной деятельности горного инженера.

### Библиографический список

1. Розанова, С. А. Математическая культура студентов технических университетов [Текст] / С. А. Розанова. – М.: Физматлит, 2003. – 176 с.
2. Далингер, В. А. Совершенствование процесса обучения математике на основе целенаправленной реализации внутрипредметных связей [Текст] / В. А. Далингер. – Омск: Ом ИПКРО, 1993. – 323 с.
3. Брунер, Дж. Психология познания [Текст] / Дж. Брунер. – М.: Прогресс, 1977.
4. Дружинин, В. Н. Экспериментальное наследование формирующего влияния микросреды на креативность [Текст] / В. Н. Дружинин, Н. В. Хазратова // Психологический журнал. – 1994. – № 4.
5. Трофимец, Е. Н. Наглядное моделирование профессионально-ориентированных задач как средство интеграции математических знаний в процессе обучения математике студентов экономических специальностей вузов [Текст] : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Е. Н. Трофимец. – Ярославль, 2003. – 204 с.
6. Скоробогатова, Н. В. Наглядное моделирование профессионально-ориентированных математических задач в обучении математике студентов инженерных направлений технических вузов [Текст] : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Н. В. Скоробогатова. – Ярославль, 2006. – 183 с.
7. Некрасов, Ю. И. Напряженно-деформированное состояние, разрушение и прочность режущего инструмента [Текст] : учебное пособие / Ю. И. Некрасов, Б. В. Барбышев, В. Б. Леонов, Р. Ю. Некрасов, У. С. Путилова; под. ред. М. Х. Утешева. – Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ, 2008. – 326 с.

Е. В. Алёшина

### ЭЛЕКТРОННАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА КАК СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ

В статье охарактеризовано понятие «электронная библиотека», сформулированы основные задачи ресурсов подобного типа. Проведен краткий анализ качества тематических электронных библиотек Интернета. Описан опыт создания и внедрения в процесс изучения педагогических дисциплин электронной педагогической библиотеки и представлены результаты ее апробации в Тульском государственном педагогическом университете им. Л. Н. Толстого.

**Ключевые слова:** электронная библиотека, высшее профессиональное педагогическое образование, мультимедиа, электронные дидактические пособия, педагогические дисциплины.