Мир науки. Педагогика и психология / World of Science. Pedagogy and psychology https://mir-nauki.com

2019, №2, Том 7 / 2019, No 2, Vol 7 https://mir-nauki.com/issue-2-2019.html

URL статьи: https://mir-nauki.com/PDF/50PDMN219.pdf

Ссылка для цитирования этой статьи:
Рубанова Н.А., Галич Ю.Г., Долгова Л.В. К вопросу о проблемном обучении математике в технических вузах // Мир науки. Педагогика и психология, 2019 №2, https://mir-nauki.com/PDF/50PDMN219.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:
Rubanova N.A., Galich Yu.G., Dolgova L.V. (2019). To the question of problematic teaching of Mathematics in technical universities. *World of Science. Pedagogy and psychology*, [online] 2(7). Available at: https://mir-nauki.com/PDF/50PDMN219.pdf (in Russian)

УДК 378.147:51

ГРНТИ 14.35.09,27

Рубанова Наталья Алексеевна
ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», Омск, Россия
Доцент
Кандидат физико-математических наук, доцент
E-mail: n_rub@rambler.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=687890

Галич Юлия Геннадьевна
ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», Омск, Россия
Старший преподаватель
E-mail: galichyulia@list.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=687874

Долгова Лариса Вячеславовна
ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», Омск, Россия
Старший преподаватель
E-mail: lv_dolgova@mail.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=687875

К вопросу о проблемном обучении математике в технических вузах

Аннотация. В статье рассматриваются некоторые аспекты, связанные с проблемным обучением математике студентов технического вуза. Авторам представляется, что этот подход является наиболее актуальным в связи с теми трудностями, с которыми сталкиваются сегодня преподаватели высшей школы, а именно: сокращение аудиторных часов на дисциплину, низкий уровень школьных знаний, отсутствие у студентов мотивации к учебе, в частности, к изучению математики. В основе проблемного типа обучения, известного еще с античных времен, лежит создание и последующее разрешение проблемной ситуации. Под проблемной ситуацией здесь понимается такое состояние, в котором у обучающегося возникает потребность в получении нового знания или нового способа действия. Такие ситуации, побуждающие студентов к освоению нового, должны быть заранее продуманы и организованы преподавателем на учебных занятиях. Занятия, проводимые с использованием проблемного подхода, моделируют деятельность будущих профессионалов в различных противоречивых ситуациях, т. е. способствуют развитию их компетентности. Несмотря на то, что проблемному типу обучения посвящена обширная отечественная и зарубежная литература, практическая реализация этого подхода требует, на взгляд авторов, большего освещения. В данной работе разбираются различные типы проблемных ситуаций, которые могут быть созданы в учебном процессе: на лекционных и практических занятиях, в самостоятельной работе, во время промежуточного и итогового контроля знаний студентов; приводятся примеры таких ситуаций. Без сомнения, проблемное обучение требует от преподавателя гораздо большей предварительной подготовки, но, по мнению авторов, оно заслуживает внимания и применения в учебном процессе, так как способствует росту студенческой активности и их мотивации к учебе.

Ключевые слова: проблемное обучение; проблемная ситуация; высшая математика; студенческая активность; мотивация; компетентностный подход; индивидуальный подход; вариативность обучения; дифференцированный подход

В соответствие с действующими ФГОС ВО высшие учебные заведения должны готовить выпускников, обладающих фундаментальными знаниями, достаточными умениями и прочными навыками; способных действовать и принимать адекватные решения в различных ситуациях, возникающих в ходе профессиональной деятельности, т. е. компетентных в ней. В технических вузах одной из базовых изучаемых дисциплин является математика – наука, предоставляющая инструменты к решению различных жизненных задач, являющаяся основой для освоения других научных дисциплин, формирующая культуру мышления и развивающая мозг. В процессе изучения курса высшей математики студенту необходимо овладеть основными математическими понятиями и методами, научиться решать множество задач из разных разделов курса, а также получить представление о том, как применять эти знания и умения в своей специальности.

Вместе с тем, существующие негативные тенденции сокращения аудиторных часов на изучение математики и увеличивающийся разрыв между уровнем математической подготовки абитуриентов и тем уровнем, который необходим для освоения вузовской программы, приводят к тому, что многие выпускники технического вуза сегодня не владеют математическими знаниями в той степени, которая удовлетворяет объективным потребностям современного производства. Очевидно, что эти условия создают необходимость применения дополнительных усилий и преподавателей, и студентов, их активной заинтересованности в учебном процессе. Но преподаватели высшей школы, в частности, технических учебных заведений, ежегодно наблюдают снижение не только уровня школьной подготовки обучающихся, но и их мотивации к учебе, интереса к получению новых знаний, что обусловлено многими факторами, возможно, не в последнюю очередь – ростом компьютеризации. Для повышения мотивации познавательной деятельности учащихся преподавателем могут быть использованы различные средства, одним из наиболее действенных, на взгляд авторов, является проблемное обучение.

Истоки проблемного подхода к получению новых знаний возникли еще в античные времена: из трудов учеников Сократа до нас дошли сведения о том, как в своих лекциях-беседах с помощью вопросов, приводящих слушателей к противоречию, он помогал им найти истину. Основоположником теории проблемного обучения в России является выдающийся отечественный ученый С.Л. Рубинштейн (1889–1960), считавший, что «сама постановка проблемы является актом мышления, который требует часто большой и сложной мыслительной работы. Сформулировать, в чем вопрос, – значит уже подняться до известного понимания, а понять задачу или проблему – значит если не решить ее, то, по крайней мере, найти путь, т. е.

метод для ее разрешения» [1]. Проблемное обучение обосновывается и развивается в трудах таких ученых, как В. Оконь, И.Я. Лернер, А.М. Матюшкин, М.И. Махмутов, И.А. Зимняя и других [2–6].

По мнению М.И. Махмутова, проблемное обучение – даже не метод, и не группа методов, а целостный тип обучения, развивающий творческую деятельность учащихся, активизирующий самостоятельность познания нового, превращающий знания в убеждение. Основа такого обучения состоит в создании преподавателем *проблемной ситуации*, т. е. психического состояния интеллектуального затруднения, возникающего «перед учащимся в результате постановки такого задания, которое вызывает необходимость и потребность в новом знании» [4]. Таким образом, *проблемное обучение* – это особая организация учебных занятий, предполагающая создание преподавателем проблемных ситуаций, приводящих к активной самостоятельной деятельности обучающихся по их разрешению, в ходе которой происходит творческое овладение новыми знаниями, умениями, навыками, развитие мыслительных способностей и личностной мотивации.

Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования 3++ прописывают формирование у специалистов ряда универсальных компетенций, среди которых в категории «Системное и критическое мышление» выделяется способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий. Таким образом, новыми ФГОС подразумевается использование проблемного обучения в вузовском образовательном процессе.

Проблемное обучение предполагает применение таких приемов и методов преподавания, которые способствуют активному взаимодействию обучающихся с проблемно представленным содержанием изучаемого материала, в ходе которого они овладевают новыми знаниями творчески, самостоятельно приобретая опыт, уже накопленный человечеством.

Традиционное и проблемное обучение различаются, главным образом, по цели и принципам организации учебного процесса. *Цель проблемного обучения* состоит не столько в усвоении системы готовых знаний, сколько в осмыслении процесса получения этих результатов, в формировании познавательной самостоятельности учащихся. В основе организации проблемного обучения находится *принцип доминирования поисковой учебно-познавательной деятельности ученика*, в отличие от объяснительно-иллюстративного обучения, когда преподаватель сам сообщает факты и сам их анализирует. При проблемном обучении деятельность преподавателя состоит в том, что он, наряду с изложением нового материала, систематически создает проблемные ситуации, приводящие к тому, что обучающиеся самостоятельно приходят к выводам и обобщениям, формулируют с помощью преподавателя новые понятия, теоремы, применяют известные знания в новой ситуации.

Среди *этапов проблемного обучения* традиционно выделяются следующие:

- осознание проблемной ситуации;
- формулировка проблемы на основе анализа ситуации;
- решение проблемы, включающее выдвижение, смену и проверку гипотез;
- проверка решения.

«Решение проблемы приводит учащегося не только к овладению некоторыми новыми знаниями и действиями, оно составляет микроэтап в его развитии» [4].

М.И. Махмутов выделил четыре *уровня проблемного обучения* [5], представленные в табл. 1.

50PDMN219
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Таблица 1

Уровни проблемного обучения

Уровень активности обучающегося	*Характеристика активности*
Уровень обычной активности	Восприятие учащимися объяснений педагога, усвоение образца умственного действия в условиях проблемной ситуации, выполнение самостоятельных работ и упражнений воспроизводящего характера
Уровень полусамостоятельной активности	Применение усвоенных знаний в новой ситуации и участие учащихся в совместном с педагогом поиске способа решения поставленной учебной проблемы
Уровень самостоятельной активности	Выполнение самостоятельных работ репродуктивно-поискового типа, конструирование решений задач среднего уровня сложности, доказательство гипотезы с незначительной помощью педагога
Уровень творческой активности	Выполнение самостоятельных работ, требующих творческого воображения, логического анализа, открытие нового способа решения, самостоятельного доказательства

Общеизвестно, что занятия математикой развивают способность к абстракции, к выявлению связи между различными явлениями, поэтому применение проблемного обучения в изучении математических дисциплин является очень органичным. Вопросы реализации проблемного обучения математике в вузах рассматривались, например, в работах [7–9], однако практическая сторона данного подхода требует большего освещения.

Основными звеньями учебного процесса в вузе традиционно являются лекционные, практические занятия, самостоятельная работа студентов, а также различные формы текущего и итогового контроля. Рассмотрим типы проблемных ситуаций и способы их выявления на каждом из указанных звеньев.

1. Создание проблемной ситуации на лекции.

Очевидно, что лекция в форме монотонного воспроизведения теоретического материала существенно уступает лекции с элементами совместного со студентами обсуждения поставленных проблем, как в плане ее восприятия, так и по уровню эффективности.

Создание проблемной ситуации на лекции может быть достигнуто разными путями, к которым можно отнести перечисленные ниже способы.

- Изложение нового теоретического понятия или утверждения в ходе решения некоторой поставленной задачи.

В качестве примера приведем следующие ситуации.

1) На лекции по теме «Производная функции» можно поставить следующую задачу. Рассмотрим функцию $y=f(x)$, определенную на интервале $(a;b)$. Дадим аргументу $x\in(a;b)$ приращение $\Delta x,\quad x+\Delta x\in(a;b).$ Найдем соответствующее приращение функции: $\Delta y=f(x+\Delta x)-f(x)$. Таким образом, когда переменная x изменилась на величину Δx, функция $y=f(x)$ изменилась на величину Δy. Как найти среднюю скорость изменения функции на интервале $[x;x+\Delta x]$? Студенты отвечают, что надо разделить величину изменения функции на этом интервале на длину интервала, т. е. найти отношение $\frac{\Delta y}{\Delta x}$. А как найти скорость изменения функции в точке x? Студенты, подумав, приходят к выводу, что необходимо найти предел этого отношения при $\Delta x\to 0$, т. е. найти $\lim\limits_{\Delta x\to 0}\frac{\Delta y}{\Delta x}$.

50PDMN219
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Возникает опрос: кто знает, как называется этот предел? Как правило, находятся учащиеся, которые отвечают, что это производная функции $y = f(x)$ в точке x.

Таким образом, в ходе решения этой задачи было дано определение производной и рассмотрен ее физический смысл.

2) На лекции по теме «Двойной интеграл» перед определением этого нового для студентов понятия можно рассмотреть задачу о нахождении массы плоской фигуры при переменной плотности, при решении которой возникает предел интегральной суммы, который и является двойным интегралом.

- Выявление противоречия между новой информацией и «старыми» знаниями и представлениями.

Здесь классическим примером является решение квадратного уравнения с отрицательным дискриминантом. Из школьной программы известно, что в этом случае действительных корней у уравнения нет. Действительных нет, а какие есть? Почему нельзя найти эти корни? Потому что квадратный корень из отрицательного числа не извлекается. Далее следует рассказ преподавателя о комплексных числах.

- Незавершенная формулировка утверждения. В этом случае оно выступает в роли задачи, которую нужно решить совместными усилиями.

Пример: при изучении темы «Смешанное произведение векторов» можно попросить студентов закончить утверждение: «Смешанное произведение ненулевых векторов равно нулю, если эти векторы являются…». К ответу «компланарными» студенты приходят сами на основе ранее изученного понятия компланарности и определения смешанного произведения векторов.

- Проведение аналогий между известными и вновь вводимыми объектами и понятиями.

Так, на лекции «Основные элементарные функции комплексного аргумента» при изучении теории функций комплексной переменной преподаватель вводит определения синуса и косинуса: $\sin z = \dfrac{e^{iz} - e^{-iz}}{2i}$; $\cos z = \dfrac{e^{iz} + e^{-iz}}{2}$. Затем начинает формулировать утверждение: «Основное отличительное свойство этих функций от аналогичных функций действительной переменной заключается в том, что…» Студенты перебирают свойства: область определения – любое комплексное число (у функций действительной переменной – любое действительное число, значит, свойство общее); период – такой же, он равен 2π; ограниченность? Это свойство, присущее тригонометрическим функциям действительной переменной здесь отсутствует, т. к. $\cos i = \dfrac{e + e^{-1}}{2} \approx 1{,}54$, а $\cos 3i = \dfrac{e^{3} + e^{-3}}{2} > 10$ [10]. Таким образом, студенты приходят к осознанию факта неограниченности синуса и косинуса комплексной переменной.

2. Создание проблемной ситуации на практическом занятии.

На практических занятиях по математике студенты, как правило, заняты решением задач. Считается, что математическая задача сама по себе уже является проблемой, так как при ее решении проблемные ситуации возникают на всех этапах: при общей постановке задачи, составлении и реализации плана ее решения, при формулировании и проверке результата.

Однако, по мнению В. Оконя [2], не всякая задача является проблемной. К таким не относятся учебно-тренировочные задачи, решение которых не требует активной мыслительной

50PDMN219
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

деятельности, а опирается только на содержащиеся в памяти готовые схемы. Проблемная ситуация, в отличие от задачи, «включает три главных компонента: а) необходимость выполнения такого действия, при котором возникает познавательная потребность в новом, неизвестном отношении, способе или условии действия; б) неизвестное, которое должно быть раскрыто в процессе решения проблемной ситуации; в) возможности учащегося в выполнении поставленного задания, в анализе условий и открытий неизвестного. Ни слишком трудное, ни слишком легкое задание не вызовет проблемную ситуацию» [4].

К проблемным математическим задачам относятся, как правило, текстовые задачи, при решении которых нужно создать адекватную математическую модель и найти способ ее решения; задачи с недостаточными или избыточными данными; задачи с заведомо допущенными в формулировке ошибками; задачи с ограниченным временем решения и другие.

3. Создание проблемной ситуации в самостоятельной работе студентов.

Как отмечалось выше, в последнее время в высшей школе существует тенденция сокращения аудиторных часов на освоение дисциплины и, как следствие, увеличивается объем материала для самостоятельного изучения. Самостоятельное овладение новыми знаниями – это, конечно, проблемная для студента ситуация. Как правило, самостоятельная работа студентов по математике осуществляется в форме написания реферата или в форме изучения отдельных разделов курса с последующим контролем во время промежуточной аттестации.

Преподаватель должен организовать самостоятельную работу так, чтобы студенты с опорой на уже имеющиеся знания при решении поставленной задачи ощущали необходимость в овладении новым знанием.

Так, например, при самостоятельном изучении темы «Операционный метод решения систем дифференциальных уравнений» студенты используют ранее полученные знания по дифференциальным уравнениям, операторам, системам линейных алгебраических уравнений.

4. Создание проблемной ситуации во время текущего или промежуточного контроля знаний.

В то время как вопросы применения проблемного подхода на лекционных и практических занятиях по математике являются уже в определенной степени освещенными в научно-методической литературе [7; 8], авторам представляется целесообразным использование этого подхода и для контроля знаний студентов (на контрольных, самостоятельных работах, на экзамене или зачете). В задания для контрольных и самостоятельных работ также возможно включение проблемных задач, стимулирующих активную мыслительную деятельность студентов. В частности, когда контрольная работа предлагается на нескольких уровнях (слабый-средний-сильный) [11], тем самым для студента создается проблема выбора уровня задач в условиях ограниченного времени.

Проиллюстрируем, как проблемный подход может быть применен в случае итогового контроля знаний обучающихся по теме «Ряды».

При традиционной форме экзамена (или зачета) в билет могут быть включены вопросы, создающие проблемную ситуацию, например, такие:

1) Понятие сходящегося числового ряда. В чем состоит условие, необходимое для сходимости ряда? Приведите пример числового ряда, для которого это условие было бы недостаточным.
2) В каких прикладных задачах может быть использовано представление функции в виде суммы степенного ряда?

50PDMN219
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

3) Сформулируйте условия представления непериодической функции в виде суммы тригонометрического ряда Фурье.

Пример тестового экзаменационного задания по теме «Ряды», созданного с использованием проблемного обучения:

1. Если выполнен необходимый признак сходимости ряда, то:

1) вопрос о сходимости ряда остается открытым;

2) ряд расходится;

3) ряд сходится,

4) ряд сходится абсолютно.

2. Какое из выражений является числовым рядом:

1) $1-\frac{1}{2}-\frac{1}{34}+3+...;$

2) $1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+...+\frac{1}{1024};$

3) $\sin 1-\sin 3+\sin 5-\sin 7+...;$

4) $\frac{1}{\ln 2}-\frac{1}{\ln 3}+\frac{1}{\ln 4}-...-\frac{1}{\ln n}.$

3. Пусть $|u_n|<\frac{1}{n^2}\forall n$. Тогда ряд $\sum_{n=1}^{\infty}u_n$:

1) сходится и расходится одновременно;

2) расходится;

3) сходится;

4) требует дополнительного исследования.

4. Пусть $(I)\ \sum_{n=1}^{\infty}u_n$ и $(II)\ \sum_{n=1}^{\infty}v_n$ – знакоположительные ряды и $u_n \le v_n \forall n$. Какое из утверждений верно:

1) если ряд (I) сходится, то сходится и (II);

2) если ряд (II) сходится, то сходится и (I);

3) если ряд (II) расходится, то расходится и (I);

4) если ряд (I) расходится, то ряд (II) сходится.

Опыт применения проблемного подхода к обучению студентов авторами данной статьи говорит о его достаточно высокой эффективности. В качестве примера приведем данные о среднем проценте успеваемости по дисциплине «Математика» за три контрольные недели осеннего семестра 2018/19 учебного года в группах 28з и 28м студентов Омского государственного университета путей сообщения. В группе 28м проблемное обучение практически не применялось, а в группе 28з активно использовалось.

Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

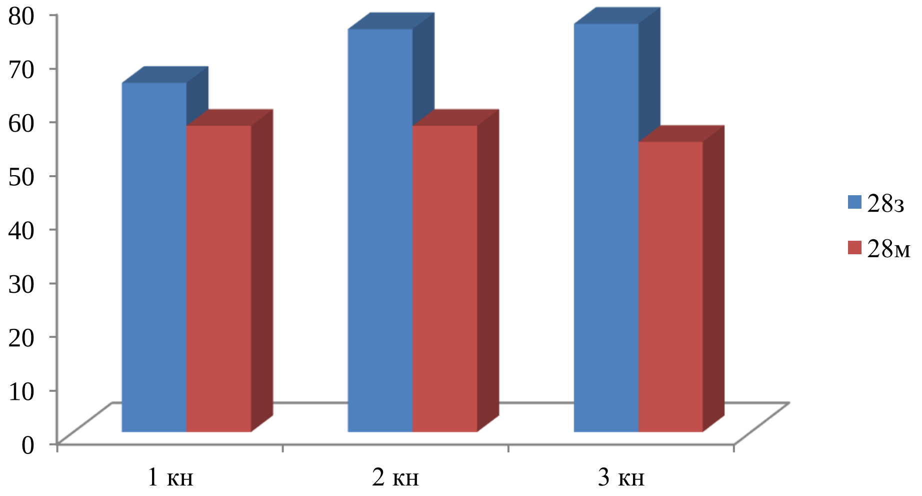

Рисунок 1. *Средний процент успеваемости студентов по дисциплине «Математика» за три контрольные недели осеннего семестра 2018/19 учебного года в группах 28з и 28м*

Как видно из диаграммы (рис. 1), результаты группы с проблемным обучением выше, чем группы с традиционным обучением, причем имеют тенденцию роста среднего процента успеваемости.

К методическим особенностям проблемного обучения можно отнести следующие аспекты:

1) Оно предполагает определенный, доверительный стиль общения преподавателя и студентов, при котором обе стороны могут свободно излагать свои мысли.
2) Проблемное обучение требует больших затрат и во время предварительной подготовки преподавателя, и во время разбора создавшейся проблемной ситуации на занятии. Но эти усилия оправдываются ростом уровня активности студентов, их самостоятельности и мотивации к получению новых знаний.

Несмотря на то, что проблемный подход к обучению в педагогической науке не является новым, его ценность в образовательном пространстве возрастает, так как он способствует формированию системного и критического мышления, которое сегодня очень востребовано обществом.

«Проблемный тип обучения, – замечал М.И. Махмутов, – не решает всех воспитательных и образовательных задач, поэтому он не может заменить собой всей системы обучения, включающей разные типы, способы и формы организации учебно-воспитательного процесса. Но также и общая система обучения не может быть подлинно развивающей без проблемного обучения, основой которого является система проблемных ситуаций» [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер, 2000. 712 с.
2. Оконь В. Основы проблемного обучения. М.: Просвещение, 1968. 208 с.
3. Лернер И.Я. Проблемное обучение. М.: Знание, 1975. 64 с.
4. Матюшкин А.М. Психология мышления: мышление как разрешение проблемных ситуаций: учебное пособие. М.: КДУ, 2009. 190 с.
5. Махмутов М.И. Проблемное обучение: основные вопросы теории: монография. М.: Педагогика, 1975. 368 с.
6. Зимняя И.А. Проблемность в обучении неродному языку // Проблемность в обучении иностранным языкам в вузе: межвуз. сб. науч. тр. Пермь: Изд-во Пермского ГТУ, 1994. С. 10–17.
7. Зимина О.В. Проблемное обучение высшей математике // Математика в высшем образовании. 2006. №4. С. 55–78.
8. Демченкова Н.А., Емельянова С.Г., Проблемное обучение высшей математике в вузе // Вектор науки ТГУ. Серия: Педагогика, психология. 2018. № 3 (34). С. 7–13.
9. Рубанова Н.А. О методике проблемного обучения математике в технических вузах // Роль образования и науки в развитии российского общества: сб. ст. [электронный ресурс]. М.: Импульс, 2019. URL: http://impulse-science.ru/wp-content/uploads/2019/02/%D0%9A-33.pdf. (дата обращения 22.04.2019).
10. Рубанова Н.А., Заблоцкая О.А. Теория функции комплексной переменной: учеб.-метод. пособие для самостоятельной работы по дисциплине «Дополнительные главы математики». Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2015. Ч. 1. 28 с.
11. Рубанова Н.А., Галич Ю.Г., Долгова Л.В. Опыт индивидуального подхода к обучению студентов высшей математике в условиях компетентностной модели образования // Мир науки: интернет-журн. 2018. №2. URL: https://mir-nauki.com/PDF/57PDMN218.pdf (дата обращения 09.04.2019).

Rubanova Nataliya Alexeevna
Omsk state transport university, Omsk, Russia
E-mail: n_rub@rambler.ru

Galich Yuliya Gennadievna
Omsk state transport university, Omsk, Russia
E-mail: galichyulia@list.ru

Dolgova Larisa Vyacheslavovna
Omsk state transport university, Omsk, Russia
E-mail: lv_dolgova@mail.ru

To the question of problematic teaching of Mathematics in technical universities

Abstract. This article presents some aspects related to math learning problems for students of technical universities. In the authors` view, this approach is most relevant due to the difficulties that teachers of higher education are facing today: reducing hours for discipline, low level of school education, lack of motivation to study among students, in particular, to study mathematics. The basis of the problem type of education, known since ancient times, is the creation and subsequent resolution of the problem situation. The problem situation here lay in condition in which the learner has a need to obtain new knowledge or a new mode of action. Such situations that encourage students to learn new things should be thought out in advance and organized by the teacher in the classroom. The classes with using the problem approach simulate the activities of future professionals in various conflicting situations, i.e. contribute to the development of their competence. Despite the fact that extensive domestic and foreign literature is devoted to the problematic type of education, the practical implementation of this approach requires, in the opinion of the authors, greater coverage. This work deals with various types of problem situations that can be in the educational process: at lectures and practical classes, in independent study, during intermediate and final control of students' knowledge; Examples of such situations are given. Undoubtedly, problem education requires much more advanced preparation from the teacher, but, in the authors' opinion, it deserves attention and application in the learning process, since it contributes to the growth of student activity and their motivation to study.

Keywords: problem-based learning; problematic teaching; problem situation; higher mathematics; student activity; motivation; competence approach; individual approach; variability of training; differentiated approach