

Г. Д. Гефан

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ БОИ КАК ЧАСТЬ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ)

С целью внедрения интерактивных методов обучения в математическую подготовку студентов рассматривается использование боев по теории вероятностей. Показано, что в сравнении с традиционными формами проверки и обсуждения домашних заданий математический бой имеет ряд преимуществ: эмоциональный подъем участников, повышенная ответственность каждого члена команды за результат, заинтересованность в сложных заданиях, необходимость в постоянной подготовке к занятиям.

**Ключевые слова:** интерактивные методы обучения, учебная мотивация, домашнее задание, математический бой, теория вероятностей.

**Введение.** Федеральные государственные образовательные стандарты требуют «широкого использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся». В статье рассматривается новый способ внедрения интерактивных форм обучения в математическую подготовку студентов, основанный на проведении так называемых математических боев (на примере обучения теории вероятностей).

Прежде всего, приведем одну из возможных классификаций, в которой каждый метод обучения признается пассивным, активным или интерактивным. Пассивное обучение – это «авторитарный» метод, при котором преподаватель полностью управляет ходом занятия. Надо признать, что пассивный метод, особенно когда его применяет опытный и умелый преподаватель, имеет некоторые плюсы. Это прежде всего возможность донести большее количество учебного материала в отведенное для занятия время. Однако пассивный метод обучения в определенной степени себя исчерпал. Это объясняется его малым эмоциональным воздействием на аудиторию, выросшую в динамичном, быстро меняющемся мире господства информационно-компьютерных технологий. Проще говоря, аудиторию нужно заинтересовать, зажечь, вовлечь в совместный процесс.

Активное обучение: преподаватель (или обучающая программа) находится во взаимодействии со студентами, быстро реагирует на их действия, стимулируя их активность в выборе вариантов решения проблемных ситуаций, принятия решений. Среди методов активного обучения принято выделять имитационные (в них имитируется профессиональная деятельность специалиста) и игровые методы (которые характеризуются в первую очередь эмоционально напряженной, состязательной деятельностью обучающихся). Характеристики имитационных и игровых методов вполне сочтены – например, деловая игра является имитаци-

онным игровым методом активного обучения. Впрочем, имитационный и игровой характер присутствует не во всех методах активного обучения – неимитационными и неигровыми являются, например, проблемные лекции и программное обучение.

Интерактивное обучение: преподаватель разрабатывает план, согласно которому студенты изучают материал в процессе совместного выполнения обучающих заданий. Роль преподавателя состоит в направлении совместной деятельности студентов. Выполняя интерактивные задания, взаимодействуя, студенты не только и не столько закрепляют уже изученный материал, сколько изучают новый. Наиболее известные формы интерактивных занятий: работа в малых группах, обучающие и деловые игры, кейс-метод, дискуссии, мозговой штурм.

Всесторонний и подробный анализ активных (и интерактивных) форм и методов обучения в техническом вузе дан В. Н. Кругликовым [1].

Граница между активными и интерактивными методами обучения не всегда отчетливо просматривается. Пожалуй, будет правильным сказать, что интерактивные методы реализуют такую форму участия обучающихся в учебном процессе, при которой они ориентированы на взаимодействие не только с преподавателем, но и главным образом друг с другом.

Внедрение активных и интерактивных методов в высшем профессиональном образовании объясняется стремлением преподавателей активизировать познавательную деятельность студентов, увязывая ее с пробуждением интереса к будущей профессии. С этой точки зрения имеет смысл следующий вопрос: насколько пригодны имитационные и игровые методы обучения не только к преподаванию дисциплин профессионального цикла (что представляется бесспорным), но и применительно к дисциплинам математического и естественнонаучного цикла?

С одной стороны, активные и интерактивные методы обучения характеризуются признаками

вполне универсальными, не зависящими от преподаваемых дисциплин: создание проблемных ситуаций, коллективная деятельность и дискуссионная форма обсуждения при наличии механизмов самообучения и самоконтроля, воспитание исследовательских навыков, состязательность и эмоциональность.

С другой стороны, желательно, чтобы применение активных методов обучения соответствовало характеру будущих профессиональных задач и функций обучаемого, в том числе характеру служебных и должностных взаимоотношений и выработке управленческих решений (так называемая теория контекстного обучения А. А. Вербицкого [2]). Ясно, что обеспечить наличие этих признаков в преподавании математики или физики значительно труднее, чем при обучении профессиональным техническим или экономическим дисциплинам.

Несмотря на определенные трудности, возникающие перед разработчиками имитационных и игровых форм занятий по математическим дисциплинам, потребность в активных методах обучения у преподавателей математики велика, хотя они, возможно, не всегда это признают. До сих пор в обучении математике преобладает пассивный метод, при котором преподаватель – основное действующее лицо, а обучающиеся либо являются пассивными слушателями (лекция), либо пытаются по образцу и подобию воспроизводить действия преподавателя при решении практических задач. Как уже сказано, несмотря на некоторые плюсы, этот метод имеет серьезные недостатки, объясняющиеся его малым эмоциональным воздействием на аудиторию. Преподаватель, начинающий применять активные методы обучения, увлекается сам и видит, как загораются глаза студентов.

В «Концепции развития математического образования в Российской Федерации» (декабрь, 2013) особо отмечена «низкая учебная мотивация школьников и студентов», связанная, в частности, с «перегруженностью... оценочных и методических материалов техническими элементами и устаревшим содержанием». В очень высокой степени мотивация студентов и способы контроля их знаний влияют на внеаудиторную работу, которая является одной из важнейших составляющих современного педагогического процесса в вузе.

С этой точки зрения традиционный способ проверки и обсуждения домашних заданий по математическим дисциплинам (выборочный опрос) далеко не совершенен. Для значительной части студентов любая нестандартность задачи является непреодолимой преградой (действительной или мнимой). Обычно лишь меньшинство проявляет постоянную познавательную активность, стремится решить все задачи, в особенности интере-

сные и нестандартные. Между тем именно такие задачи развивают логические способности человека.

**Особенности математического боя.** Математический бой придуман в 1960-е гг. ленинградским учителем И. Я. Веребейчиком и применяется, как правило, в работе с талантливыми школьниками, хотя есть и опыт организации студенческих математических боев [3]. Однако нам не известно об опыте использования математических боев собственно в учебном процессе (в вузе). Мы не ставим перед собой задачу буквального следования оригинальным правилам математического боя, считая, что они вполне могут быть адаптированы к условиям учебного процесса в вузе. Эти модифицированные правила выглядят следующим образом.

1. Математический бой – это командное состязание. Оптимальное число команд в студенческой группе – 4, по 5–6 игроков в каждой команде. Принцип формирования команд – добровольный, но капитанов команд лучше назначить преподавателю из числа наиболее инициативных и способных студентов. Капитаны – это «центры кристаллизации», вокруг которых формируются команды, достаточно равные между собой по силам. Команды являются постоянными коллективами студентов, причем в завершающей части изучения дисциплины от математических боев они могут перейти к другой форме состязаний – деловым играм.

2. Основой для боя является обсуждение домашнего задания, полученного на предыдущем занятии. Обычно это задание содержит 4–6 задач. Каждая из команд работает над заданием коллективно и изолированно от соперников: никто не заинтересован в обмене информацией с конкурентами.

3. На занятии проходит бой между двумя командами (в дальнейшем – «А» и «В»), однако между какими именно – заранее не известно. Это определяется в начале занятия преподавателем или жребием. Такой принцип стимулирует каждую команду не расслабляться, быть всегда готовой к бою.

4. Каждый математический бой состоит из двух раундов. В 1-м раунде команда «А» называет одну из задач домашнего задания и просит соперников привести свое решение. Команда «В» в своем выступлении ничем не ограничена: она может представить любой анализ задачи, в том числе привести несколько вариантов решения. После заслушивания команды «В» команда «А» оценивает выступление соперников, приводит свой вариант решения или важные комментарии и дополнения к решению соперников. В дальнейшей дискуссии выступления команд обсуждаются и оцениваются (в этом принимают участие и члены тех команд,

которые в данном случае не состязаются; в спорных случаях окончательную ясность вносит преподаватель). При этом возникает одна из следующих ситуаций.

– Ситуация «Удачный ход». Команда «В» не имеет решения или приводит неверное решение. Команда «А» приводит верное решение. В этом случае раунд заканчивается победой команды «А».

– Ситуация «Неудачный ход». Команда «В» приводит верное решение. Команде «А» либо нечего к нему добавить, либо она приводит иное решение, но неверное. В этом случае раунд заканчивается победой команды «В».

– Ситуация «Боевая ничья». Команда «В» приводит верное решение. Команда «А» в ответ приводит свой вариант решения, также верный, либо вносит существенные, значимые дополнения или комментарии к решению соперников. В этом случае раунд завершается вничью.

– Ситуация «Грустная ничья». Команда «В» не имеет решения или приводит неверное решение. Но и команда «А» не имеет верного решения. В этом случае раунд заканчивается вничью, но в дальнейшем обе команды могут получить предупреждение за плохую подготовку к бою (см. ниже).

Во 2-м раунде команды меняются ролями.

Если оба раунда выиграет одна из команд, то она выигрывает бой с преимуществом в 2 балла. Если один раунд завершится вничью, а другой будет выигран одной из команд, то она выигрывает бой с преимуществом в 1 балл. Если команды выигрывают по одному раунду, либо оба раунда закончатся вничью, то результат боя – ничья. Однако если при этом в обоих раундах возникла ситуация «Грустная ничья», то обе команды получают предупреждение за плохую подготовку к бою.

Эффективность проведения математических боев по описанным правилам для активизации познавательной деятельности студентов очевидна. Обычные, традиционные способы проверки и обсуждения домашних заданий имеют несколько серьезных недостатков. Некоторые студенты просто никогда не берутся за домашние задания, ссылаясь на то, что эти задания для них трудны. Другие пытаются, но действительно не могут самостоятельно справиться с домашней работой. Лишь небольшая часть студентов выходит к доске, чтобы показать свои решения. Бывает, правда, что желающих выйти к доске достаточно много, но в этих случаях речь идет о наиболее простых задачах из домашнего задания.

Организация математических боев изменяет ситуацию кардинально. Это связано со следующими причинами.

1. Действуя в команде, студенты учатся друг у друга, слабые подтягиваются к сильным. Для того чтобы выровнять вклад всех членов команды, преподаватель может дать себе право самому определять, кто из участников будет представлять команду в данном раунде.

2. Команды не заинтересованы в том, чтобы инициировать рассмотрение самых простых, незамысловатых задач. Правила боя таковы, что такая тактика, скорее всего, приведет команду к ситуации «Неудачный ход». Чтобы выиграть раунд («Удачный ход») или хотя бы свести его вничью, необходимо инициировать рассмотрение такой задачи, в которой есть простор для рассуждений, где возможны разные подходы, разные способы решения.

3. Команда может стать участницей боя на любом занятии и потому должна быть всегда готова к обсуждению домашнего задания. В этом случае никто не рассчитывает на разовый успешный выход к доске как залог того, что его теперь «долго не спросят». Гораздо более эффективен математический бой и по сравнению с заранее распределенными и срежиссированными докладами студентов (к сожалению, в этом случае бывает так, что доклад не интересует никого, кроме самого выступающего).

4. Наконец, математический бой как динамичное состязательное мероприятие характеризуется высокой ответственностью и эмоциональным подъемом участников. Равнодушных здесь нет.

**Характерные примеры математического боя по теории вероятностей.** Ниже на конкретных примерах иллюстрируется ход математических боев по теме «Классическое определение вероятности. Теоремы сложения и умножения вероятностей». Демонстрируется многообразие возникающих ситуаций как с позиции математического содержания, так и с точки зрения психологии игры.

Студентам были предложены в качестве домашней работы следующие задания (часть из них взята из сборника [4]).

1. На 7 карточках написаны буквы А Б Н О О О Р. Карточки выкладываются в случайном порядке. Найти вероятность того, что получится слово «ОБОРОНА».

2. Установлено два независимых сигнализатора. В случае аварии первый срабатывает с вероятностью 0,95, второй – с вероятностью 0,9. Найти вероятность того, что при аварии сработает хотя бы один сигнализатор.

3. Студент знает 20 из 25 вопросов программы. Найти вероятность того, что он знает все предложенные ему 3 вопроса в билете.

4. Карточка «Спортлото» имеет 49 клеток, из которых нужно зачеркнуть 6. Какова вероятность угадать: все 6 номеров, 5 номеров, 4 номера.

5. В турнире участвует 12 команд, одинаковых по силам. Какова вероятность любого распределения первых трех мест?

6. В коробке 10 шаров, из них 4 белых. Наугад взято 3 шара. Найти вероятность того, что хотя бы один из них белый.

Математический бой был проведен дважды в разных группах. В первой группе команда «А» попросила соперников решить задачу 4. Решение команды «В» оказалось правильным лишь частично: верно было найдено полное число равновозможных исходов (число способов заполнения карточки «Спортлото»)

$$n = C_{49}^6 = \frac{49!}{6!43!} = 13983816$$

и число благоприятных исходов для события «угаданы все 6 номеров»  $m_6 = C_6^6 = 1$ . Отсюда вероятность угадать все 6 номеров равна

$$P(A_6) = \frac{1}{13983816}.$$

Однако в дальнейших действиях командой «В» были допущены ошибки. Число благоприятных исходов для события «угаданы 5 номеров» было вычислено как  $m_5 = C_6^5 = 6$ , для события «угаданы 4 номера» – как  $m_4 = C_6^4 = 15$ . Команда «А» заявила, что в таком случае даже вероятность угадывания 4 номеров оказывается пренебрежимо малой (порядка  $10^{-6}$ ), и, указав на ошибки соперников, нашла  $m_5 = C_6^5 C_{43}^1 = 258$  и  $m_4 = C_6^4 C_{43}^2 = 13545$ , что дает вполне разумные значения вероятностей  $P(A_5) \approx 2 \cdot 10^{-5}$  и  $P(A_4) \approx 10^{-3}$ . Первый раунд выиграла команда «А».

Во втором раунде команда «В» попросила соперников решить задачу 2. Команда «А» нашла вероятность того, что не сработает ни один сигнализатор как  $0,05 \cdot 0,01 = 0,005$  и вероятность противоположного события (сработает хотя бы один сигнализатор) как  $1 - 0,005 = 0,995$ . В ответ команда «В» привела менее рациональный, но тоже верный способ, состоящий в том, чтобы найти вероятности срабатывания одного, двух и трех сигнализаторов и сложить эти вероятности. Интересно отметить, что в состоявшемся обсуждении один из студентов, не входящий в соревнующиеся команды, дал еще один (третий!) способ: обозначив срабатывание 1-го и 2-го сигнализаторов через  $A_1$  и  $A_2$  соответственно, он записал теорему сложения вероятностей и пришел к верному результату:

$$P(A_1 + A_2) = P(A_1) + P(A_2) - P(A_1 A_2) = 0,95 + 0,9 - 0,95 \cdot 0,9 = 0,995.$$

Итак, второй раунд закончился вничью, и в итоге в данном бою команда «А» одержала победу с преимуществом в 1 балл.

В другой группе команда «А» попросила соперников решить задачу 5. Команда «В» привела следующее решение: общее число равновозможных способов распределения первых трех мест равно числу размещений из 12 по 3:

$$n = A_{12}^3 = \frac{12!}{9!} = 1320.$$

Поэтому искомая вероятность равна  $1/1320$ . Команда «А» согласилась с этим решением, но представила свой способ. Имеется 12 вариантов определения первого места; каждому из них соответствует 11 вариантов определения второго места; и, наконец, если определены первое и второе места, то имеется 10 вариантов определения третьего места. Таким образом,  $n = 12 \cdot 11 \cdot 10 = 1320$ , и мы приходим к тому же результату, что и первым способом. Первый раунд закончился «боевой ничьей».

Во втором раунде команда «В» попросила соперников решить задачу 3. Команда «А» представила сразу два способа решения. По классическому определению вероятности

$$P(A) = \frac{C_{20}^3}{C_{25}^3} = \frac{20!3!22!}{3!17!25!} = \frac{20 \cdot 19 \cdot 18}{25 \cdot 24 \cdot 23} = \frac{57}{115}.$$

Через произведение зависимых событий:

$$P(A) = \frac{20 \cdot 19 \cdot 18}{25 \cdot 24 \cdot 23} = \frac{57}{115}.$$

Команда «В» оказалась в крайне затруднительном положении, поскольку выступление команды «А» казалось исчерпывающим. И все же выход был найден. Команда «В» заявила: «Полученный результат показывает, что у студента приблизительно 50-процентные шансы получить на экзамене пятерку. А сколько вопросов программы он должен знать, чтобы его шансы на знание всего билета были не менее 75 процентов?» Отвечая на этот вопрос, команда составила неравенство

$$P(A) = \frac{C_k^3}{C_{25}^3} = \frac{k!3!22!}{3!(k-3)!25!} = \frac{k(k-1)(k-2)}{25 \cdot 24 \cdot 23} \geq 0,75,$$

или  $k(k-1)(k-2) \geq 10350$ . После этого было легко показано, что при  $k = 22$  это неравенство не выполняется, а при  $k = 23$  – выполняется. Итак, студенту для 75-процентных шансов на знание всего билета нужно знать минимум 23 вопроса из 25. Дополнение команды «В» было признано важным, что позволило ей свести второй раунд и бой в целом вничью.

**Обсуждение и выводы.** В работах [5, 6] на примерах анализа некоторых вероятностных задач было показано, что организация учебных дискуссий – значительно более эффективная форма обучения,

чем традиционные занятия с доминирующей ролью преподавателя. Опыт проведения математических боев в рамках учебного процесса еще раз подтвердил этот вывод. Отмечено, что в группах, где эта форма проведения занятий практиковалась, студенты приобрели способность формулировать и отстаивать свое мнение при уважительном отношении к мнению оппонента. Существенно выросла и глубина понимания материала, что отразилось на результатах контрольных мероприятий.

Отдельного внимания и исследования заслуживает вопрос о том, какие разделы математики (или математические дисциплины) пригодны для применения таких интерактивных методов, как математические бои, деловые игры, компьютерные симуляции и др. Безусловно, теория вероятностей и математическая статистика представляют собой в этом смысле один из самых удачных примеров. Так, в работе [7] представлены разработки и опыт применения деловых игр по вероятностно-статистической тематике. Учитывая настоятельную потребность в формировании как общекультурных, так и профессиональных компетенций выпускников вузов, целесообразно в преподавании математических дисциплин применять активные и интер-

активные методы обучения в соответствии с характером будущих профессиональных задач и функций обучаемого. Хорошие возможности для этого создает и преподавание таких прикладных математических дисциплин, как, например, математическое моделирование [8].

Математические бои в основном проводятся как соревнования одаренных школьников. Студенческие математические бои, во-первых, гораздо менее известны, во-вторых, проводятся за рамками учебного процесса. Мы несколько изменили правила математического боя, чтобы адаптировать их к условиям учебного процесса: в нашей версии математические бои проводятся на материале домашних заданий.

В сравнении с обычными, традиционными формами проверки и обсуждения домашних заданий математический бой имеет ряд очевидных преимуществ: коллективизм; повышенная ответственность каждого члена команды за результат; заинтересованность в сложных заданиях, дающих простор для рассуждений и разных подходов к решению; необходимость в постоянной подготовке к занятиям; эмоциональный подъем, всегда присущий состязаниям.

### Список литературы

1. Кругликов В. Н. Активное обучение в техническом вузе (теоретико-методологический аспект): дис. ... докт. пед. наук. СПб., 2000. 424 с.
2. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. М.: Высш. шк., 1991. 207 с.
3. Мерлина Н. И., Петрова М. В. Студенческие математические бои в Чувашии // Математика в высшем образовании. 2009. № 7. С. 121–132.
4. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. М: Высш. шк., 2008. 404 с.
5. Гефан Г. Д., Кузьмин О. В. Типология ошибок и заблуждений, связанных с задачами курса теории вероятностей. Ч. 1: Случайные события // Вестн. Иркутского гос. техн. ун-та. 2012. № 12 (71). С. 193–199.
6. Гефан Г. Д., Кузьмин О. В. Типология ошибок и заблуждений, связанных с задачами курса теории вероятностей. Ч. 2: Случайные величины // Вестн. Иркутского гос. техн. ун-та. 2013. № 2 (73). С. 131–136.
7. Гефан Г. Д. О возможности проведения деловых игр при изучении математических дисциплин в техническом вузе // Проблемы учебного процесса в инновационных школах: сб. научн. трудов / под ред. О. В. Кузьмин. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. Вып. 18. С. 38–46.
8. Кузьмин О. В., Палеева М. Л. Обучение математическому моделированию бакалавров технических направлений: из опыта работы // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2013. Вып. 1 (129). С. 14–17.

Гефан Г. Д., кандидат физико-математических наук, доцент.  
**Иркутский государственный университет путей сообщения.**  
Ул. Чернышевского, 15, Иркутск, Россия, 664074.  
E-mail: grigef@rambler.ru

Материал поступил в редакцию 28.10.2014.

G. D. Gefan

## MATHEMATICAL FIGHTS AS PART OF THE EDUCATIONAL PROCESS IN THE UNIVERSITY (TEACHING OF THE PROBABILITY THEORY AS EXAMPLE)

In order to implement interactive teaching methods in the mathematical training of students examines the use of “fights” on the theory of probabilities. It is shown that compared with traditional forms of consideration and discussion of homework mathematical fights have several advantages: the emotional lift of participants, increased responsibility of each member of the team for the result, interest to complex tasks, the need for ongoing preparation for classes. Specific examples illustrate the progress of mathematical fights on the theme: “The classical definition of probability. Theorems of addition and multiplication of probabilities”. The variety of arising situations is demonstrated in terms of mathematical content and in terms of the psychology of the game.

**Key words:** *interactive teaching methods, mathematical fight, probability theory.*

### References

1. Kruglikov V. N. *Aktivnoye obucheniye v tekhnicheskoy vuzе (teoretiko-metodologichesky aspekt): Dis. doct. ped. nauk* [Active learning in a technical university (theoretical and methodological aspect). Dis. doctor ped. sci.]. St. Petersburg, 2000. 424 p. (in Russian).
2. Verbitskiy A. A. *Aktivnoye obucheniye v vysshey shkole: kontekstnyy podkhod* [Active learning in higher education: the contextual approach]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1991. 207 p. (in Russian).
3. Merlina N. I., Petrova M. V. *Studencheskiye matematicheskiye boi v Chuvashii* [Student math fights in Chuvashia]. *Matematika v vysshem obrazovanii – Mathematics in Higher Education*, 2009, no. 7, pp. 121–132 (in Russian).
4. Gmurman V. E. *Rukovodstvo k resheniyu zadach po teorii veroyatnostey i matematicheskoy statistike* [Guide to solving problems in the theory of probability and mathematical statistics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2008. 404 p. (in Russian).
5. Gefan G. D., Kuz'min O. V. *Tipologiya oshibok i zabluzhdeniy, svyazannykh s zadachami kursa teorii veroyatnostey. Chast 1: Sluchaynye sobytiya*. [Typology of mistakes and errors associated with the objectives of the course in probability theory. Part 1: Random events]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Bulletin of the Irkutsk State Technical University*, 2012, no. 12 (71), pp. 193–199 (in Russian).
6. Gefan G. D., Kuz'min O. V. *Tipologiya oshibok i zabluzhdeniy, svyazannykh s zadachami kursa teorii veroyatnostey. Chast 2: Sluchaynye velichiny*. [Typology of mistakes and errors associated with the objectives of the course in probability theory. Part 2: Random variables]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Bulletin of the Irkutsk State Technical University*, 2013, no. 02 (73), pp. 131–136 (in Russian).
7. Gefan G. D. *O vozmozhnosti provedeniya delovykh igr pri izuchenii matematicheskikh distsiplin v tekhnicheskoy vuzе* [On the possibility of business games in the study of mathematical disciplines in technical high school]. *Problemy uchebnogo protsessа v innovatsionnykh shkolakh: sb. nauchn. tr.* [Problems of educational process in innovative schools. Col. sci. works]. Irkutsk, IGU Publ., 2013. Issue 18, pp. 38–46 (in Russian).
8. Kuz'min O. V., Paleeva M. L. *Obucheniye matematicheskoyu modelirovaniyu bakalavrov tekhnicheskikh napravleniy: iz opyta raboty* [Training of undergraduate students for mathematical model (data of personal experience)]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2013, no. 1 (129), pp. 14–17 (in Russian).

**Irkutsk State Railway University.**

Ul. Chernyshevskogo, 15, Irkutsk, Russia, 664074.

E-mail: grigef@rambler.ru