УДК 51 (091): 378.016

Анциферова Л.М., Зубова И.К., Острая О.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия
E-mail: ostraya_05@mail.ru

О КУРСЕ ИСТОРИИ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ МАГИСТРАНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА»

Основной принцип так называемого историко-генетического метода преподавания математики состоит в том, что формирование математических знаний отдельного человека должно в некотором смысле повторять исторический путь формирования знаний всего человечества в области математики. За достаточно короткий срок обучения обучающийся не может досконально разобраться во всех подробностях истории формирования математики как научной дисциплины. Однако основные опорные моменты ее развития должны быть ему известны и должны помогать в усвоении основ этой науки.

Историко-генетическому методу в преподавании математических дисциплин обычно противопоставляют логический метод который не предполагает отходов в сторону от логически строгого построения теории. Ограничиваясь таким методом в образовательном процессе, преподаватели нередко сталкиваются не только с потерей у обучающегося интереса к предмету, но и с непониманием цели его изучения. Учитывая это, в преподавании математики следует разумно сочетать эти два метода.

Разработанный курс «История и методология прикладной математики» для магистрантов направления подготовки «Прикладная математика и информатика» рассматривается как часть введения в специальность для обучающихся в магистратуре. В нем предпринимается попытка познакомить читателя с основами некоторых разделов механики и одновременно с историей формирования соответствующих научных теорий. Курс, построенный таким образом, помогает обучающимся в овладении новыми знаниями в новых для них областях.

Ключевые слова: историко-генетический и логический методы преподавания математических дисциплин, история математики, история механики, истоки теории упругости, зарождение гидромеханики.

На сегодняшний день полемика, связанная с математическим образованием школьников и студентов, с его методологическим содержанием разгорелась с новой силой. Причин тому достаточно много, но можно выделить некоторые из них, которые лежат на поверхности. Это большое число учебников, по которым обучают школьников и студентов, и, соответственно, множество методик и подходов к изложению материала. Это профилирование классов, деление их на технические и гуманитарные, где в последних изучение математики и других точных наук нередко сводилось к нулю. Это и изменение форм итогового контроля по окончании школы и вступительных испытаний в вуз, и т. д. Но самая главная, на наш взгляд, причина – это результат всевозможных реформ, а именно, не слишком высокий уровень математической подготовки большинства выпускников средней школы. Общепризнанными фактами являются неумение школьников ориентироваться в незнакомых или малознакомых задачах, вникать в суть математического текста, раскрывать смысл понятий, их привычка действовать по заданному образцу. А ведь от того, какое математическое образование получит средний массовый школьник, в значительной мере будет зависеть успешное его обучение в высшей школе [1, С. 184].

В связи с этим встает вопрос: какое же восприятие математики должно быть сформировано у выпускника средней школы в XXI веке, среднестатистического выпускника, для которого мала вероятность стать в будущем специалистом в области математики? Должен ли массовый выпускник воспринимать математику: 1) как инструмент, с помощью которого решаются конкретные профессиональные задачи или 2) как инструмент развития индивидуального мышления, как базис для освоения любых областей деятельности, рационального постижения различных областей знаний? [2, с. 18–19].

Обобщая ответы на поставленные вопросы, взятые из различных источников, можно сказать, что восприятие математики выпускником школы в первом смысле означает ориентацию только на потребности индустриального общества. В информационном же обществе на первый план выходит развивающая функция математического образования. Теперь важно осваивать, изучать математические объекты, теории и методы не столько для дальнейшего их использования в решении определенного класса задач, сколько с целью активации основных мыслительных компонент индивидуальности, приобретения личностью качеств самостоятельного мышления, незаменимых при оценке нестандартных ситуаций и поиске решений незнакомых, новых задач, развития способности личности гибко использовать эти качества мышления в различных меняющихся условиях [1, с. 184–185].

С этих позиций математическое образование есть база, основа, фундамент и для профессионального обучения, и для перманентного самообучения личности. Ориентация же современного математического образования только на ориентиры и ценности индустриального общества – это шаг в прошлое. При таком подходе основная задача изучения математики в школе, а именно развитие мыслительных качеств личности, остается скрытой, нереализованной, и те учащиеся, кто не связывает свою будущую профессиональную деятельность с математикой, лишаются возможности получить современную качественную подготовку к самостоятельной умственной деятельности.

Таким образом, ориентируясь на будущее, то есть на потребности общества информационного, математику следует воспринимать, в первую очередь, как способ овладения системой современного аналитического, критического и творческого мышления [2, с. 19].

Проведенный нами анализ реформирования математического образования в нашей стране за последние годы позволил выделить как отрицательные стороны реформ, так и их положительный опыт. Учитывая многолетнюю практику своей работы, мы склонны считать, что одним из условий успешного повышения качества математического образования является пропаганда историко-генетического метода преподавания математики. Данный метод является одним из основных методов исторического исследования, нацеленным на изучение происхождения, этапов развития конкретных исторических явлений и анализ причинности изменений. И.Д. Ковальченко определил содержание метода как «последовательное раскрытие свойств, функций и изменений изучаемой реальности в процессе ее исторического движения, что позволяет в наибольшей степени приблизиться к воспроизведению реальной истории объекта». В основе историко-генетического метода лежат преимущественно описательные технологии, однако результат историко-генетического исследования только внешне имеет форму описания. Основная цель историко-генетического метода состоит в объяснении фактов, выявлении причин их появления, особенностей развития и последствий, т. е. анализе причинности [8, с. 306].

Применяя этот метод к истории науки и к преподаванию той или иной научной дисциплины, первый русский историк математики В.В. Бобынин (1849–1919) считал, что преподавание каждой науки должно идти тем же путём которым шла в своём развитии сама наука. На наш взгляд, такой подход применим на любом этапе обучения. Он способствует развитию интереса к предмету, помогает обучающемуся увидеть междисциплинарные связи в точных науках, понять возможности применения и дальнейшего развития того или иного раздела математики.

В процессе знакомства с какой-либо новой и трудной математической теорией человек часто задаёт естественный вопрос: «Для чего эта теория нужна?» Ответ преподавателя при этом его часто не удовлетворяет так как он ещё совершенно не знаком с той современной областью знаний, в которой эта теория применяется. И часто можно достигнуть лучшего эффекта, если сформулировать вопрос по-другому: «В какой связи возникли зачатки этой теории? С какими задачами они связаны? Почему такие задачи были поставлены?».

Приступая к обучению в магистратуре, студент нередко сталкивается с необходимостью в короткий срок ознакомиться с новой для себя математической дисциплиной. Как нам кажется, первым вопросом который должен возникнуть при этом, должен быть вопрос о происхождении этой дисциплины и ее развитии. Когда речь идет о магистратуре по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика», такими новыми для многих дисциплинами являются теоретическая механика, теория упругости гидромеханика. В рамках курса «История и методология прикладной математики», который читается в первом семестре магистратуры, можно изложить основные сведения из истории указанных дисциплин. Но сначала следует напомнить слушателям об основных периодах истории развития математики. В историко-математической литературе существуют разные варианты периодизации, однако основной считается периодизация, предложенная в 1938 г. академиком А.Н. Колмогоровым (1903–1987) и опубликованная в Большой советской энциклопедии, в статье «Математика».

Период, названный А.Н. Колмогоровым периодом зарождения математики, начинается с появления первых математических понятий, возникновение которых относят к III–II тысячелетиям до нашей эры. Этот период продолжается до VI–V вв. до н. э. характеризуется накоплением фактического материала и заканчивается формированием зачатков математических теорий. Его можно условно сопоставить периоду нашего начального образования.

Начало второго периода развития математики А.Н. Колмогоров относит к VI–V векам до н. э. и называет периодом элементарной математики, или математики постоянных величин. Он продолжается до начала XVII века. Наивысший расцвет греческой науки и культуры начался с середины VII века до н. э. и продолжался около трехсот лет. Культурный переворот, происшедший в этот исторически недолгий период, называют «греческим чудом» поскольку он оставил несравненный по глубине след в истории мировой культуры и науки, в том числе и в истории математики. В это время греки, в частности Фалес Милетский (624–547 гг. до н. э.), ввели в математику важнейший ее элемент – доказательство любого утверждения, т. е. вывод его из других более очевидных или заведомо верных утверждений. Никакая современная математическая теория немыслима без доказательства, поэтому Фалеса и называют отцом математики. Введение в математику доказательства – событие, начинающее второй период развития математической науки.

Период, охватывающий III–I вв. до н. э. в исторической науке называется периодом эллинизма. Главной чертой этого периода является сближение теоретической науки с практической деятельностью. Это важнейший период истории прикладной математики.

В Европе тем временем, уже с XI–XII веков, начинается период пробуждения научной мысли, появляются те стимулы для развития естественных наук, которых в средние века у европейцев не было. XII век стал для европейских ученых «веком великих переводов». Труды греческих и арабских математиков начали переводиться на латынь, Европа стала знакомиться с этими трудами и усваивать достижения античной и арабской математики.

Вторая половина XV века и XVI век – время когда делаются первые самостоятельные открытия в области математики и естествознания в Европе. Эти столетия называются в исторической науке эпохой Возрождения, или Ренессансом. Главным событием этого периода в области астрономии являются возникновение гелиоцентрической системы строения мира, появление учения Николая Коперника (1473–1543) которое произвело революцию в представлениях о Вселенной основанных на геоцентрической теории Птолемея (ок. 100 – ок. 170).

В первой половине XVII века начинается третий период развития математики, названный А.Н. Колмогоровым периодом создания математики переменных величин. Продолжая проводить аналогию между созданием математической науки и формированием математических понятий у отдельного человека, мы можем период элементарной математики сопоставить нашему математическому образованию в средней школе приблизительно до девятого класса включительно. В старших классах мы начинаем изучать элементы высшей математики, которые в школьном учебнике обычно называются началами анализа и связаны с введением в рассмотрение переменной величины. Период создания математики переменных величин начинается с 1637 года когда был опубликован труд французского математика философа, физика, физиолога Рене Декарта (1596–1650) «Геометрия». В этой работе в математику впервые была введена переменная величина.

Исаак Ньютон (1643–1727) и Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646–1716) являются создателями нового аппарата, применяемого в работе с переменными величинами – дифференциального и интегрального исчисления основы современного математического анализа. Для его дальнейшего формирования потребовался весь период создания математики переменных величин – XVII, XVIII и первая половина XIX века. Именно в этот период формируются все математические дисциплины, которые в наши дни изучаются в старших классах и в высшей школе.

XVIII век который часто называют «веком просвещения», в истории математики стал временем активного развития математического анализа и многих базирующихся на нем отраслей математической науки: вариационного исчисления, дифференциальных уравнений математической физики, теоретической механики и т. д. С этим периодом связаны имена Леонарда Эйлера (1707–1783), Даниила Бернулли (1700–1782), Жана Лерона Д'Аламбера (1717–1783), Жозефа Луи Лагранжа (1736–1813). В это время математика все активнее применяется в механике оптике, астрономии, кораблестроении. Это время быстрого развития капитализма, а следовательно, и техники. Это период крупных успехов в экспериментальной науке, настоятельно требовавших от математиков теоретического обоснования.

В курсе перечислены особенно важные для формирования математики события этого времени.

1. Строгое обоснование анализа бесконечно малых (О.Л. Коши (1789–1857), К. Вейерштрасс (1815–1897)).

2. Создание основ теории функций комплексной переменной.

3. Создание неевклидовых геометрий (Н.И. Лобачевский (1792–1856), К.Ф. Гаусс (1777–1855), Я. Бойяи (1802–1860), Б. Риман (1826–1866)).

4. Создание теории групп (Э. Галуа (1811–1832)).

5. Появление первых высших технических учебных заведений с углубленным изучением математики.

Эти события говорят о том, что первая половина XIX века – время формирования той математики, которая теперь изучается в университете. С середины этого столетия начинается четвертый период развития математики, названный А.Н. Колмогоровым периодом современной математики. В это время в математической науке происходят новые существенные изменения. Значительно расширяется множество самих объектов с которыми работает математика появляются новые математические теории, расширяется область их приложения. Это время бурного развития прикладной математики и механики.

В истории механики можно выделить три основных периода. Это начальный период (с древнейших времен до XVII в., т. е. отрезок времени, соответствующий первому и второму периодам развития математики), переходный период (XVII – середина XVIII в.), и период аналитической механики (начиная с середины XVIII в., примерно на столетие раньше начала периода современной математики).

Зарождение механики связывают с появлением первых орудий труда. Потребность в счёте, необходимость во все более сложных расчетах растет с совершенствованием приспособлений для охоты, рыбной ловли, выделки шкур позднее для земледелия производства посуды и т. д. Поэтому можно считать что начало первого периода развития механики совпадает с началом периода зарождения математики.

Далее в пределах начального периода развития механики следует выделить такие важнейшие этапы, как античная механика, средневековая механика Востока, механика средневековой Европы, механика эпохи Возрождения.

Название «Механика» впервые ввел Аристотель (384–322 гг. до н. э.). Точный перевод этого слова означает «искусство построения машин». Аристотель, основатель материалистического направления в философии создал в Афинах свою философскую школу – Лицей. В работах ученых школы Аристотеля содержится немало ценного для развития механики. В частности, именно на гипотезе Аристотеля о строении Вселенной было основано геоцентрическое учение Птолемея.

Говоря о наиболее выдающихся учёных эпохи Возрождения, прежде всего следует вспомнить великого художника этой эпохи Леонардо да Винчи (1452–1519). Взгляд живописца помогал Леонардо в наблюдениях над природой, в изучении её, в подражании ей. А глубина мышления ученого побуждала его к переходу от чистой техники к обобщениям от непосредственных применений науки в технике к отдалённым возможным её применениям. Им были проведены первые исследования падения тел. Его труд «О движении и измерении воды» внес важный вклад в формирование гидромеханики.

XVI век начинает эпоху грандиозных открытий в астрономии, машиноведении, гидравлике. В это время ставятся и начинают решаться важнейшие задачи теории упругости. Первым серьезным научным трудом в этой области считается трактат Галилео Галилея (1564–1642) «Беседы и математические доказательства касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению». В результате многократно поставленных экспериментов ученый получил некоторые количественные зависимости сопротивления растяжению и изгибу от ширины и толщины растягиваемого и изгибающегося бруса. Но Галилей ещё не мог дать правильного решения задачи изгиба стержня так как ему не был известен важный количественный закон, связывающий напряжения и деформации. Этот закон был сформулирован Робертом Гуком (1635–1703) в 1678 году в работе «О восстановительной способности, или об упругости, объясняющей силу упругих тел» таким образом: «Сила и способность всякого упругого тела восстанавливать свое естественное состояние пропорциональны той мере, на которую оно выведено из этого естественного состояния совершено ли это путем разряжения, отделения его частей одна от другой или же путем сгущения (уплотнения) этих частей». Сформулировав этот закон, Гук тем самым положил начало механике упругих тел.

Закон пропорциональности между нагрузкой и деформацией при растяжении был подтверждён Эдме Мариоттом (1620–1684), когда он, проектируя водопровод для Версальского дворца, заинтересовался прочностью материалов.

Таким образом первый этап становления теории упругости как науки можно связать с работами Г. Галилея, Р. Гука, Э. Мариотта. В дальнейшее её развитие неоценимый вклад внесли Жозеф Луи Лагранж, Томас Юнг 1773–1829 Софи Жермен (1776–1831) и др. К концу XVIII в. эта часть механики сплошной среды становится разделом аналитической механики.

Говоря о дальнейшем развитии гидромеханики, вслед за упомянутым выше трудом Леонардо да Винчи необходимо упомянуть «Начала гидростатки» Симона Стевина (1548–1620) и «Рассуждение о телах, пребывающих в воде, и о тех, которые в ней движутся» Галилео Галилея. Исаак Ньютон в своем знаменитом труде «Математические начала натуральной философии» установил что сопротивление движению тел в жидкости пропорционально квадрату их скорости. Блез Паскаль (1623–1662) открыл закон о передаче давления в жидкости вследствие чего появилось много простых гидравлических машин (прессов, домкратов и т. д.). Эванджелиста Торричелли (1608–1647) получил формулу скорости истечения невязкой жидкости из резервуаров через отверстия.

Перечисленные открытия можно отнести лишь к отдельным разделам гидромеханики. Формирование же её как целостной науки стало возможным только после появления фундаментальных научных трудов М.В. Ломоносова (1711–1765), Д. Бернулли и Л. Эйлера. М.В. Ломоносов в диссертации «Рассуждение о твердости и жидкости тел» 1760 г.) сформулировал открытые им законы сохранения вещества и энергии.

К концу XVIII – началу XIX вв. были заложены основы сопротивления материалов и создана почва для возникновения теории упругости. Датой возникновения математической теории упругости надо считать 1821 г., когда вышла в свет работа Л.М.А. Навье (1785–1836) в которой были сформулированы её основные уравнения. Большие математические трудности решения задач теории упругости привлекли к ней внимание многих выдающихся ученых-математиков XIX в.: Г. Ламе (1795–1870), Б. Клапейрона (1799–1864), С.Д. Пуассона (1781–1840) и др. Дальнейшее развитие теория упругости получила в трудах О.Л. Коши, который ввел понятия деформации и напряжения, упростив тем самым вывод общих уравнений.

В 1828 г. основной аппарат математической теории упругости нашел свое завершение в трудах французских ученых и инженеров Г. Ламе и Б. Клапейрона, преподававших в то время в Институте инженеров путей сообщения в Петербурге. В их совместной работе дано приложение теории упругости к решению практических задач.

Курс «История и методология прикладной математики» заканчивается сведениями о некоторых направлениях развития механики в начале XIX в. Предполагается, что в процессе дальнейшего обучения и написания магистерской диссертации студент, составляя обзор литературы по теме своего исследования, сумеет уже сам восстановить дальнейшую историю развития той области науки, в которой он работает.

Предлагается следующая дидактическая концепция курса «История и методология прикладной математики».

1. Этот курс читается в первом семестре магистратуры, параллельно с новыми для многих студентов дисциплинами, такими как теоретическая механика, теория упругости гидромеханика. Поэтому в нем нужно изложить основные сведения из истории указанных дисциплин. При этом следует опираться на периодизацию истории развития математики, ка основы этих наук.

2. Дидактическая цель курса – формирование подвижной структуры знаний и умений, применяемых для количественного решения широкого круга задач естественнонаучного характера.

3. Предмет изучения – история и методология прикладной математики и механики.

4. Методология курса – его целостность, осуществляемая через интеграцию фундаментальных понятий дисциплин цикла ЕНД (математики, физики, химии, информатики и др.), их методов, объяснительных и прогностических возможностей.

5. Средство – периодизация, предложенная в 1938 г. академиком А.Н. Колмогоровым и опубликованная в Большой советской энциклопедии, в статье «Математика».

6. Использование математического аппарата или соответствующих вычислительных средств по принципу разумной достаточности, который предостерегает от стремления к излишней детализации или чрезмерной обобщенности результатов.

7. Ограничения на воспроизведение исторической картины развития проблемы, ее решений или становления теоретических представлений.

Аналогичные историко-математические курсы нередко являются завершающими обучение на математических факультетах, обобщающими знания в области различных математических дисциплин, полученные студентами за весь период обучения. Разработанный курс направлен на самостоятельное приобретение знаний, на работу с учебной информацией, на развитие интереса обучающихся к математическим дисциплинам, что неизменно способствует облегчению понимания многих трудных теорий и повышению качества математического образования.

24.05.2017

Список литературы:

1. Анциферова, Л.М. Научно-исследовательская деятельность студентов и старшеклассников в преемственном математическом образовании / Л.М. Анциферова // Вестник ОГУ. – №7(156). – 2013. – С. 184–189.
2. Скворцова, О.В. Измерение ценностных ориентиров математической подготовки в современном обществе / О.В.Скворцова // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2009. – №1. – С. 17–29.
3. Боголюбов, А.Н. Механика в истории человечества / А.Н. Боголюбов. − М.: Наука, 1978. – 150 с.
4. Боголюбов, А.Н. Математики. Механики. Биографический справочник / А.Н. Боголюбов. – Киев: Наукова думка, 1983. – 68 с.
5. Веселовский, И.Н. Очерки по истории теоретической механики / И.Н. Веселовский. – М.: Высш. шк., 1974. – 287 с.
6. Дроздов, Н.Д. История и методология прикладной математики / Н.Д. Дроздов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2006 – 303 с.
7. Михалкин, В. Новый общенаучный курс / В. Михалкин // Высшее образование в России. – 2002. – №5. – С. 111–113.
8. Ковальченко, И.Д. Методы исторического исследования / И.Д. Ковальченко. – М.: Изд-во «Наука», 2003. – 486 с.
9. Трусделл, К. Очерки по истории механики / К. Трусделл. – М.: Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., 2002. – 316 с.
10. Тюлина, И.А. История механики / И.А. Тюлина, В.Н. Чиненова. – М.: изд-во МГУ, 2002. – 285 с.
11. Шереметевский, В.П. Очерки по истории математики / В.П. Шереметевский. – М: Едиториал УРСС, 2004. – 184 с.
12. Abbitt, J.T. Measuring Technological Pedagogical Content Knowledge in Preservice Teacher Education / J.T. Abbitt // A Review of Current Methods and Instruments. – 2014. – V. 2. – P. 281–300.
13. Canziani, B. What pedagogical methods impact students entrepreneurial propensity? / B. Canziani, D. Welsh // Journal of Small Business Strategy. – 2015. – V. 45. – P. 97–113.
14. Foss, D.H. Preservice elementary teachers' views of pedagogical and mathematical content knowledge / D.H. Foss // Teaching and Teacher Education. – 1996. – V. 12. – P. 429–442.
15. Grattan-Guinnes, G. The development of the Foundation of Mathematical Analysis from Euler to Rieman. – Cambridge (Mass.) – London, 1970.
16. Hill, H.C. Learning Mathematics for Teaching: Results from California's Mathematics Professional Development Institutes / H.C. Hill, D.L. Ball // Journal for Research in Mathematics Education. – 2004. – V. 35. – P. 330–351.

17. Ketil, A. Experiences with use of various pedagogical methods utilizing a student response system / A. Ketil, G. Korpas, J.E. Hennissen, J.B. Stav // Electronic Journal of e-Learning. – 2013. – V. 11. – P. 169–181.
18. Kilburn, D. Learning as Researchers and Teachers: The Development of a Pedagogical Culture for Social Science Research Methods? / D. Kilburn, M. Nind, R. Wiles // British Journal of Educational Studies. – 2014. – V. 62. – P. 191–207.
19. Merseth, K. Weaving stronger fabric: The pedagogical promise of hypermedia and case methods in teacher education / K. Merseth // Teaching and Teacher Education. – 1993. – V. 9. – P. 283–299.
20. Todhunter, I. A History of Elasticity and of the Strenht of Matherials / I. Todhunter, K. Pearson. – T. 1. – Cambridge, 1886.
21. Truesdall, C. The Rational Mechanics of Flexible or Elastic Bodies / C. Truesdall // L. Euleri Opera omnia. – Ser. 2. – V. XI(1)-XI(2). – Turici, 1960.
22. Truesdall, C. Six Lectures on Modern Natural Philosophy / C. Truesdall. – Berlin, 1966.
23. Hasan, F.M. Boundary integral method applied to the propagation of non-linear gravity waves generated by a moving bottom / F.M. Hasan // Applied Mathematical Modelling. – 2009. – V. 33. – P. 451–466.
24. Robati, A. Modeling of water surface profile in subterranean channel by differential quadrature method (DQM) / A. Robati, G.A. Barani // Applied Mathematical Modelling. – 2009. – V. 33. – P. 1295–1305.
25. Wagner, C. The state of the art of teaching research methods in the social sciences: towards a pedagogical culture / C. Wagner, M. Garner, B. Kawulich // Studies in Higher Education. – 2011. – V. 36. – P. 75–88.

Сведения об авторах:

Анциферова Лариса Михайловна, старший преподаватель кафедры прикладной математики
Оренбургского государственного университета, кандидат педагогических наук
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, e-mail: antsiferova_68@mail.ru

Зубова Инна Каримовна, доцент кафедры прикладной математики
Оренбургского государственного университета, кандидат физико-математических наук
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, e-mail: zubova-inna@yandex.ru

Острая Ольга Викторовна, старший преподаватель кафедры прикладной математики
Оренбургского государственного университета
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, e-mail: ostraya_05@mail.ru