УДК 378.022

# МОДЕЛЬ БАРЬЕРОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КОММУНИКАЦИЯХ

**А. В. Ганичева**

***Тверская государственная сельскохозяйственная академия***

**А. В. Ганичев**

***Тверской государственный технический университет***

Поступила в редакцию 27 июля 2018 г.

**Аннотация:** *сформулированы общие принципы эффективной коммуникации в обществе и ее особенности в учебном процессе. Определены характеристики барьеров и предложены методы их расчета. Для рассмотрения задач оптимизации преодоления барьеров предложено рассматривать форму барьеров. Показано, что модели преодоления барьеров сводятся к классическим изопериметрическим прямой и обратной задачам Дидоны. На конкретном примере рассмотрено практическое применение метода.*
**Ключевые слова:** *барьер, учебный процесс, коммуникации, модель, оптимизация, характеристики барьера.*

**Abstract:** *the General principles of effective communication in society and its features in the educational process are formulated. The characteristics of barriers are defined and the methods of their calculation are offered. To consider the problems of optimization of overcoming barriers proposed to consider the form of barriers. It is shown that models of overcoming barriers come down to classical isoperimetric direct and return tasks of Didona.*
**Key words:** *barrier, educational process, communications, model, optimization, characteristics of a barrier.*

В жизни каждого человека и общества постоянно возникают различные барьеры: природные, техногенные, социальные, экономические и др. Некоторые из них имеют вид катастроф и «обвалов» (войны, экономические кризисы, революции и т. п.). С превращением общества в информационное все чаще возникают барьеры коммуникации. К ним можно отнести: технические, языковые, культурные, межличностные, а также барьеры восприятия, неосведомленности, непонимания и пр. Частным случаем барьеров коммуникации являются барьеры в учебном процессе, которым посвящена данная статья. Под барьером, не углубляясь в социально-психологические аспекты данного понятия, будем понимать препятствие, которое необходимо преодолеть. Преодоление барьеров может происходить разными способами.

Актуальность решения проблемы преодоления барьеров в учебном процессе обусловлена охватом участников (школьники, студенты, магистры аспиранты [1–4]), а также важностью решения психолого-познавательных проблем обучения.



Для преодоления барьеров предлагаются, прежде всего, психолого-педагогические методы: продуктивное взаимодействие субъектов образовательного процесса [1], групповой подход [4; 5], индивидуализация траекторий обучения на базе новейших информационных технологий [6], использование показателей ценностей по фазам жизненного цикла проекта [7]. Информационные технологии считаются перспективным средством выявления и преодоления познавательных барьеров в обучении [8]. Для использования информационных технологий необходимо решить вопросы, связанные с построением соответствующих моделей. Однако, несмотря на многообразие барьеров и способов их преодоления, насколько известно авторам, модели их преодоления представлены недостаточно. Среди используемых методов следует отметить: графовые [9] и оптимизационные модели [10].

Рассмотрим такие барьеры в учебном процессе, как барьеры восприятия обучающимися учебного материала. Их преодоление повышает эффективность учебного процесса. Барьеры восприятия информации проявляются не только в недостаточном усвоении студентами учебного материала, но иногда – в полной невосприимчивости некоторых дисциплин. Эти барьеры могут формировать неблагоприятную психологическую обстановку в учебном заведении. Примерами барьеров в образовательном процессе вуза являются: школьные (предмет не преподавался или преподавался плохо), психологические («не могу знать математику», «я – гуманитарий»), личные («нет времени на учебу»), барьеры здоровья (проблемы обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья), трудностей взросления, социализации, формирования личности и т. д.

Важным средством преодоления учебных барьеров является выполнение следующих общих правил организации эффективных коммуникаций.

1. Полное понимание содержания сообщения его автором.

2. Способность и готовность к повторению и разъяснению сообщения.

3. Допущение возможности искажения сообщения.

4. Конкретность и понятность сообщения.

5. Отсутствие излишней эмоциональности в процессе коммуникации.

6. Учет особенностей стороны, принимающей сообщение.

7. Допущение непонимания и категорического невосприятия передаваемой информации.

8. Своевременность сообщения и его адекватность ситуации.

9. Способность понимать, принимать и учитывать точку зрения собеседника и адаптироваться к ней.

10. Культура общения, стремление к взаимопониманию и конструктивному сотрудничеству.

11. Надежность, доходчивость и простота передаваемой информации.

С точки зрения организации и управления учебным процессом можно сформулировать общие принципы эффективной коммуникации, которые способствуют преодолению барьеров:

– учебный материал должен обладать ясностью, т. е. должен быть изложен такими средствами и доведен до обучающихся так, чтобы быть ими понятым и освоенным;

– управленческое сообщение должно способствовать установлению взаимопонимания участников учебного процесса (педагогов и учащихся);

– использование неформального общения: наиболее эффективной коммуникация будет тогда, когда преподаватель использует дополнительные психолого-педагогические приемы во внеучебное время в дополнение к основным каналам коммуникации во время учебных занятий.

Одним из путей преодоления барьеров является исследование и описание их структуры, на основе чего разрабатываются управленческие воздействия для их эффективного преодоления. Такие методы могут быть разработаны на базе математических моделей барьеров. Поясним на примере.

На оси $0x$ будем последовательно откладывать часы изучения курса согласно тематическому плану. Пусть $Q(t)$ – затраты на получение знаний, определяемые через время изучения материала в зависимости от сложности. По оси $0y$ будем откладывать высоту $h(t) = Q(t)/t$. Предположим, что на промежутке $(0, t_1)$ среднее значение $Q(t)$ постоянно и равно $t_1 \times h_0$. Пусть $t_{max}$ – время окончания изучения курса и в промежутке $(t_2, t_{max})$ среднее значение $Q(t)$ представляет собой постоянную величину, равную $(t_{max} - t_2) \times h_0$. В промежутке $(t_1, t_2)$ изучается материал, который требует от обучающегося (группы студентов) значительно бóльших временных затрат. Не нарушая общности, будем считать, что $h_0 = 0$, если это не так, то опустим график $h(t)$ на $h_0$ единиц вниз. Примем, что порог имеет вид ступенчатой функции:

$$\Pi(t) = \begin{cases} \varphi(t), t_1 \le t \le t_1, \\ 0, \text{в противном случае.} \end{cases}$$

В промежутке $(t_1,t_2)$ порог представляет собой криволинейную трапецию ABCD (рис. 1).

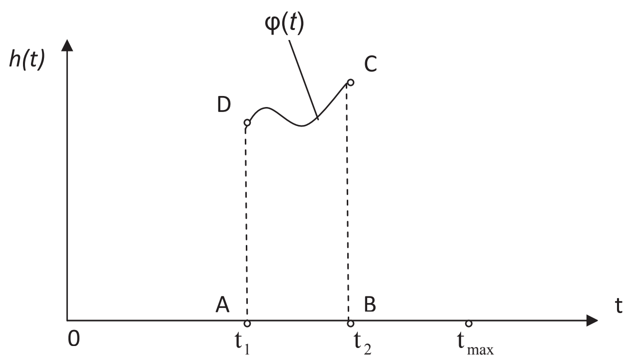


*Рис. 1*

В качестве характеристик барьера можно рассматривать следующие: положение барьера на временной оси; величину барьера $(\varphi(t))$; продолжительность барьера $(t_2 - t_1)$ ; его форму; площадь барьера как площадь криволинейной трапеции ABCD; его периметр как периметр криволинейной трапеции ABCD; диаметр $d$; толщину $\Delta$. Опишем возможный подход к их вычислению. Диаметр и толщина определяются следующим образом [11].

Пусть $F \subset R^2$ и $F$ – ограниченное, замкнутое, выпуклое множество, $\bar{n}$ – единичный вектор направления в $R^2$.

Опорной плоскостью для множества $F$ в направлении вектора $\bar{n}$ называется плоскость.

$$\alpha(\bar{n}) = \left\{ \bar{x} = (x_1, x_2) : \bar{x} \cdot \bar{n} = H(\bar{n}) = \max_{\bar{y} \in F} \left\{ \bar{x} \cdot \bar{y} \right\} = H \right\}.$$

Вектор $\bar{n}$ = (cos$\alpha$, sin$\alpha$) задается координатами. Функция $h(\alpha) = H$(cos$\alpha$, sin$\alpha$) называется опорной функцией множества $F$ в направлении $\alpha$. Ширина выпуклого множества $F$ в направлении $\bar{n}$ определяется как

$$B(\bar{n}) = H(n) + H(-\bar{n}) = h(\alpha) + h(\pi + \alpha).$$

Диаметром выпуклого множества $F$ называется $d = \max_{|\bar{n}|=1} B(\bar{n})$. Толщиной $\Delta$ выпуклого множества $F$ называется $d = \max_{|\bar{n}|} B(\bar{n})$.

Рассмотрим подход к формированию управляющего воздействия для уменьшения и сглаживания барьера на основе прямой и обратной изопериметрических задач Дидоны. Для успешного преодоления барьера следует использовать управляющие воздействия. К ним относятся консультации, в том числе индивидуальные, дополнительные задания, неплановые контрольные работы, личные беседы и др. За счет управляющего воздействия со стороны либо самого обучающегося, либо педагога барьер можно снизить. Уменьшение площади или периметра будем называть снижением барьера. Важная роль при преодолении барьера отводится его форме. Если барьер имеет форму прямоугольника или близкую к ней, это ведет сначала к резкому (обвальному) возрастанию усилий по его преодолению, и многие могут с этим не справиться. В конце интервала ($t_1$, $t_2$) происходит резкое падение усилий, что также сопряжено с молниеносной адаптацией к новому (ослабленному) режиму работы. Поэтому естественным является мобилизация усилий (в том числе воспитательного и психологического воздействия) в начальной и конечной стадии прохождения участка ($t_1$, $t_2$), чтобы не было скачков (при той же площади барьера). В качестве искомой формы можно было бы рассматривать равносторонний треугольник. Однако в этом случае функция $\varphi(t)$ является не дифференцируемой в средней точке интервала ($t_1$, $t_2$). Периметр барьера в этом случае, на основании решения изопериметрической задачи Дидоны, не будет минимальным [12].

Если не рассматривать возможную неравномерность скорости преодоления барьера, то имеются следующие задачи:

1) определение фигуры максимальной площади при заданном периметре;

2) нахождение фигуры минимального периметра при заданной площади.

Первая задача заключается в определении максимума функционала $I\left[\varphi(t)\right] = \int_{t_1}^{t_2} \varphi(t)dt$ с граничными условиями $\varphi(t_1) = 0$, $\varphi(t_2) = 0$, при фиксированном периметре $1 = \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{1 + (\varphi'(t))^2}\, dt$. Это прямая задача Дидоны, решением которой, как известно, является дуга окружности (рис. 2).

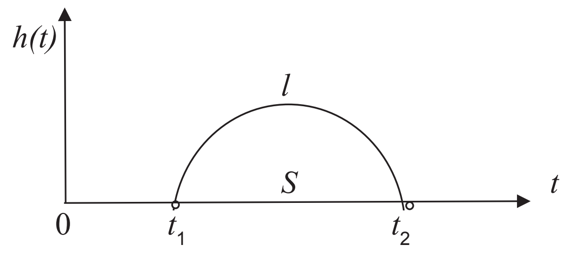


*Рис. 2*

Вторая задача – пример обратной задачи Дидоны, решением которой при заданной площади $S$ является длина дуги $l$.

Раскроем практическое применение данного метода на конкретном примере. Сначала рассмотрим реализацию прямой задачи Дидоны. В Тверской ГСХА студент технологического факультета Иванов с достаточно большим трудом освоил все темы до и после темы «Неопределенный и определенный интеграл», которая изучалась в промежутке времени ($t_1$, $t_2$). На каждую тему промежутков (0, $t_1$), и ($t_2$, $t_{max}$), было потрачено в среднем $q_0$ часов. Предварительно побеседовав с данным студентом, преподаватель выяснил, что тема «Интеграл» в гимназии не рассматривалась и для студента представляет очень трудный учебный материал. Для данного студента преподаватель определил работу с ним следующим образом. Разобьем временной участок ($t_1$, $t_2$) на пять частей:

$$t_1 = t_1^{(0)} < t_1^{(1)} < t_1^{(2)} < t_1^{(3)} < t_1^{(4)} < t_1^{(5)} = t_2,$$

согласно времени, отводимому на изучение учебного материала: 1) лекция (Л) «Неопределенный интеграл», 2) практическое занятие (ПЗ) «Вычисление неопределенного интеграла», 3) лекция (Л) «Определение определенного интеграла, свойства, вычисление», 4) практическое занятие (ПЗ) «Вычисление определенного интеграла», 5) практическое занятие (ПЗ) «Приложение определенного интеграла».

Получим формулу затрат $Q_i$ на приобретение знаний, связанных с $i$-м параграфом $(i=\overline{1,5})$, используя прямую задачу Дидоны , которую можно рассматривать в двух вариантах. При первом варианте все точки $t_1^{(i)}$ $(i=\overline{1,5})$ фиксированы, задача заключается в отыскании площадей сегментов в промежутках $(t_1^{i-1}, t_1^{i})$, $(i=\overline{1,5})$ проделанной работы, в том числе полного объема в промежутке $(t_1,\ t_2)$. При втором варианте точки $t_1^{(i)}$ $(i=\overline{1,5})$ не фиксированы и подлежат определению на основе коэффициентов сложности соответствующего учебного материала. Решение обеих этих задач сводится к определению формулы дуги окружности, изображенной на рис. 2, если известна ее длина, равная $l$, и промежуток $(t_1,\ t_2)$. Перейдем к рис. 3, на котором изображен сектор, центральный угол равен $\alpha$, расстояние между точками $t_1$ и $t_2$ (длина хорды) равно $a$, стрела сегмента $c$. Радиус окружности обозначим через $r$.

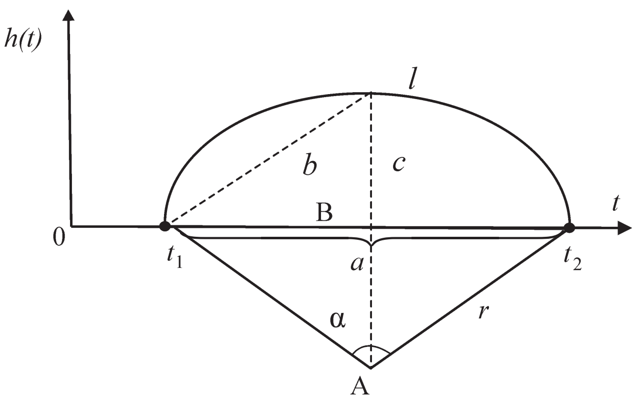


*Рис. 3*

Заданы: $t_1, t_2, l$. Найдем выражение для радиуса $r$ окружности с центром в точке $A$. В [13] приведена формула выражения $l$ через $a$ и $c$:

$$l=\sqrt{a^2+\frac{16}{3}c^2}. \tag{1}$$

Так как $a = t_2 - t_1$, то $c=\frac{t_2-t_1}{2}\cdot \mathrm{tg}\frac{\alpha}{4}$. С применением тригонометрических формул получим:

$$r=\frac{1}{8\sqrt{3}}\cdot\frac{(t_2-t_1)^2+3l^2}{\sqrt{l^2-(t_2-t_1)^2}}. \tag{2}$$

Центр окружности – точка $A\left(\frac{t_2-t_1}{2}\ \ -AB\right)$, где $AB=\sqrt{r^2-\frac{(t_2-t_1)^2}{4}}$.

Напишем уравнение окружности:

$$h(t)=\sqrt{r^2-\left(t-\frac{t_2-t_1}{2}\right)^2}-AB. \tag{3}$$

Сначала рассмотрим первый вариант.
На основе (3) получаем:

$$Q_i=\int_{t_1^{(i-1)}}^{t_1^{(i)}}\left(\sqrt{r^2-\left(t-\frac{t_1+t_2}{2}\right)^2}-AB\right)dt+$$

$$+h_0\cdot(t_1^{(i)}-t_1^{(i-1)})=\int_{t_1^{(i-1)}}^{t_1^{(i)}}\sqrt{r^2-\left(t-\frac{t_1+t_2}{2}\right)^2}\,dt+ \tag{4}$$

$$+(h_0-AB)\cdot(t_1^{(i)}-t_1^{(i-1)}).$$

При вычислении интеграла сначала делается замена $S=t-\frac{t_1+t_2}{2}$, затем осуществляется интегрирование по частям. В результате получим

$$Q_i=\frac{1}{2}\left[\left(t_1^{(i)}-\frac{t_1+t_2}{2}\right)\sqrt{r^2-\left(t_1^{(i)}-\frac{t_1+t_2}{2}\right)^2}-\right.$$

$$-\left(t_1^{(i-1)}-\frac{t_1+t_2}{2}\right)\sqrt{r^2-\left(t_1^{(i-1)}-\frac{t_1+t_2}{2}\right)^2}+$$

$$+r^2\arcsin\left(\frac{2t_1^{(i)}-t_1+t_2}{2r}\right)- \tag{5}$$

$$\left.-r^2\arcsin\left(\frac{2t_1^{(i-1)}-t_1+t_2}{2r}\right)\right]+$$

$$+(h_0-AB)\cdot(t_1^{(i)}-t_1^{(i-1)}).$$

Обратим внимание, что, согласно рис. 3 и делению временного промежутка $(t_1,\ t_2)$ на части, наибольший объем мероприятий должен приходиться на средний промежуток этого участка, когда приобретаются навыки вычисления неопределенного интеграла, прежде всего с использованием методов подстановки и интегрирования по частям, т. е. вторая половина практических часов по неопределенному интегралу. Кроме того, наибольший объем отводится также лекции по определенному интегралу, поскольку этот материал трудно усваивается и предполагает высокий уровень абстракции.

Рассмотрим числовой пример. Пусть $t_1 = 0$, $t_2 = 12$ часов, $l = 14$. Найдем общий объем $Q$ проделанной работы в промежутке ($t_1$, $t_2$). Согласно предложенному методу производим следующие расчеты:

1) $\mathrm{tg}\dfrac{\alpha}{4} = 0{,}52$; 2) $r = 7{,}48$; 3) $c = 3{,}12$; 4) $AB = 4{,}36$; 5) $Q$ вычисляется по формуле (4) для границ $t_1 = 0$, $t_2 = 12$ и при $h_0 = 2$, т. е. $Q = 46{,}91$.

Аналогично, при $t_0 = 0$, $t_1 = 2$, $t_2 = 6$, $t_3 = 8$, $t_4 = 10$, $t_5 = 12$ (т. е. на ПЗ1 отводится 4 часа, а на Л1, Л2, ПЗ3 и ПЗ4 – по 2 часа) находим: $Q_1 = 5{,}58$; $Q_2 = 17{,}87$; $Q_3 = 9{,}53$; $Q_4 = 8{,}35$; $Q_5 = 5{,}58$.

Таким образом, внеаудиторная работа данного обучаемого должна составить порядка 47 часов. В то же время, согласно программе, этот объем работы составляет 16 часов. Следовательно, для слабо подготовленных обучающихся должно быть иное распределение часов по темам и дисциплинам.

Составляющие данной работы (индивидуальные консультации, задания и т. д.) оценивают согласно их важности, и, применяя метод из [14], находят оптимальные количества этих мероприятий.

Итак, с каждым обучающимся по каждой теме можно связать характеристический коэффициент «с» (стрелу сегмента), который описывает максимальную высоту барьера, рассматриваемого в виде сегмента. По этому значению «с» с использованием формул (1) – (5) находятся соответствующие значения $Q$ и $Q_i$ $(i = \overline{1,5})$ и оптимальные количества требуемых мероприятий.

По формуле (5) определяется время, потраченное на изучение указанных выше параграфов, которое эквивалентно объему соответствующих управляющих воздействий. По данной формуле решается задача первого варианта. При решении задачи второго варианта вычисляется общая площадь под дугой. Для этого используется формула (5) при $t_1^{(5)} = t_2$ и $t_1^{(0)} = t_1$. Из статистических данных, например в результате опроса экспертов, определяются коэффициенты $k_i$ $(i = \overline{1,5})$ изучения каждого из перечисленных выше параграфов. Отсюда определяется величина $Q_i(t)$ по формуле:

$$Q_i(t) = Q\frac{k_i}{\sum_{i=1}^{5} k_i} \quad (i = \overline{1,5}). \tag{6}$$

Затем с применением формул (5) и (6) сначала для $i = 0$ находится значение $t_1^{(1)}$. Потом в формулу (5) вместо $t_1^{(i-1)}$ подставляется найденное $t_1^{(1)}$ и находится $t_1^{(2)}$. И весь процесс повторяется.

Если используется обратная задача Дидоны, то по заданной площади $S$, которая интерпретируется как потраченное время $Q$ на участке ($t_1$, $t_2$), надо найти соответствующую длину дуги $l$ для определения радиуса $r$ окружности. Для этого воспользуемся формулами из [14]:

$$S = \frac{1}{2}\left[lr - a(r - c)\right], \tag{7}$$

$$l = \frac{8b - a}{3}, \tag{8}$$

$$l = \sqrt{a^2 + \frac{16}{3}c^2}. \tag{9}$$

где $S$ – площадь сегмента $a = t_2 - t_1$,

$$c = \frac{a}{2}\cdot \mathrm{tg}\frac{\alpha}{4}, \qquad b = \sqrt{\frac{a^2}{4} + c^2}.$$

Из (8) и (9) находим $c$ и $l$, выраженные через $t_1$ и $t_2$, т. е. это будут некоторые константы $d$ и $e$, которые из-за громоздкости в явном виде записывать не будем. Найденные значения подставляются в (7), откуда определяется $r$ как функция $S$, $t_1$ и $t_2$:

$$r = \frac{S - (t_2 - t_1)b}{\frac{1}{2}a - t_2 + t_1}.$$

Далее ищется формула окружности и повторяется алгоритм прямой задачи Дидоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Александрова С. А.* Продуктивное взаимодействие субъектов образовательного процесса как условие преодоления коммуникативных барьеров в управлении школой / С. А. Александрова // Вестник Новгородского государственного университета. Серия: «Педагогика. Психология». – 2008. – № 48. – С. 7–9.

2. *Лаптев В. В.* Феномен психолого-познавательных барьеров и его значение в современном школьном обучении / В. В. Лаптев, Л. А. Ларченкова // Известия Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена. – 2011. – № 182. – С. 5–18.

3. *Баранова Н. М.* Опыт исследования психолого-познавательных барьеров в обучении студентов экономических специальностей на примере российского университета дружбы народов / Н. М. Баранова // Теория и практика современной науки. – 2015. – № 3(3). – С. 178–184.

4. *Пилипенко А. И.* О групповом подходе в преодолении психолого-познавательных барьеров при обучении в магистратуре / А. И. Пилипенко, В. И. Дихтяр // Экономика и управление народным хозяй-

ством. Экономические науки. – 2016. – № 11(144). – С. 47–53.

5. *Дихтяр В. И.* О преодолении психолого-познавательных барьеров в обучении / В. И. Дихтяр // Вопросы экономики и права. – 2015. – № 11. – С. 199–205.

6. *Жилин В. А.* Информационные технологии как средство выявления и преодоления познавательных барьеров в обучении / В. А. Жилин // Фундаментальные и прикладные научные исследования : актуальные вопросы, достижения и инновации : материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 188–192.

7. *Сорокин Л. В.* Преодоление психолого-познавательных барьеров, связанных с анализом и визуализацией больших данных / Л. В. Сорокин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 1–3(55). – С. 59–62.

8. *Романів Т. В.* Аналіз моделей управління комунікаційними бар'єрами складних проектів на основі ціннісного підходу / Т. В. Романів // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 4/3(70). – С. 23–28.

9. *Хованова Е. В.* Графовая модель барьеров межкультурных коммуникаций в региональном вузе / Е. В. Хованова // Общественные науки. – 2010. – № 2. – С. 58–63.

10. *Ганичева А. В.* Преодоление барьеров в образовательных коммуникациях / А. В. Ганичева // Современные формы культурной коммуникации : вызов информационного общества : материалы Всерос. науч. конф. – Тверь : ТФ МФЮА, 2011. – С. 196–199.

11. *Андреева Е. А.* Решение задач геометрии двойственным методом / Е. А. Андреева, Е. Г. Цветкова, Ю. А. Савичева. – Тверь : ТГУ, 2007. – 180 с.

12. *Алексеев В. М.* Оптимальное управление / В. М. Алексеев, В. М. Тихомиров, С. В. Фомин. – Москва : Физматлит, 2005. – 384 с.

13. *Бронштейн И. Н.* Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – Москва : Наука, 1986. –544 с.

14. *Ганичева А. В.* Математическая модель планирования мероприятий / А. В. Ганичева // В мире научных открытий. – 2011. – № 6(18). – С. 253–269.

*Тверской государственный технический университет*

*Ганичева А. В., кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физико-математических дисциплин и информационных технологий*

*E-mail: TGAN55@yandex.ru*

*Ганичев А. В., доцент кафедры информатики и прикладной математики Тверского государственного технического университета*

*E-mail: alexej.ganichev@yandex.ru*

*Tver State Technical University*

*Ganicheva A. V., PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor of the Physical and Mathematical Disciplines and Information Technologies Department*

*E-mail: TGAN55@yandex.ru*

*Ganichev A. V., Associate Professor of the Informatics and Applied Mathematics Department*

*E-mail: alexej.ganichev@yandex.ru*