Гаврилец Ю.Н., Тараканова И.В.

**Оптимизация информационного влияния при ограниченных ресурсах.**

**Аннотация.**

В статье рассматривается ситуация, когда некоторый Источник имеет возможность распространять информацию по нескольким различным каналам и для разных социальных групп. Затраты на распространение информации ограничены заданными ценами и объёмом имеющегося ресурса. Предлагается специальная процедура выбора структуры сообщений по каналам и группам для максимизации общего охвата аудитории. В работе приводятся результаты компьютерных расчётов на основе реальных данных социологических опросов о потреблении информации по разным каналам и степени доверия этим каналам.

**Ключевые слова:**

информационные каналы, социальные группы, ресурсное ограничение, «окрашенные сообщения», оптимизация структуры сообщений.

Введение

Влияние информации через СМИ на жизнь человека в современном обществе не вызывает ни у кого никакого сомнения, это реальный факт. Характер этого влияния может оцениваться как положительно, так и отрицательно [4-6,8]. Многочисленные информационные каналы (телевидение, интернет, радио и т.д.) неустанно пытаются формировать мнения населения, его оценки и установки по самым различным вопросам – от потребления напитков и мясопродуктов до одобрения действия Правительства или поведения рок-музыкантов.

Различные социологические и официально-статистические службы регулярно проводят опросы населения и публикуют более или менее достоверные цифры о потреблении информации разными группами населения. Естественно, учёные разных категорий анализируют ситуацию в «информационном поле», изучают роль рекламы, критику или одобрение поведения известных лиц, дают свои рекомендации и оценки происходящих событий. В многочисленных работах отмечается роль информации, особенно Интернета, в оформлении идеологии и организации протестных выступлений [ 1,3,7,9,10,11].

В настоящей работе рассматривается модель распространения *информации определённой направленности*, когда некий *Источник* распространения информации, имеет своей целью обеспечить максимальный охват этой информацией определённых групп населения. При этом возможное распространение информации (*сообщений*) по отдельным *каналам* связано с затратами ограниченных ресурсов, которыми располагает *Источник* и для которых известны цены на отправление одного сообщения. Данная работа в определённом отношении продолжает исследования [1,2], в которых использовались компьютерные модели формирования идеологической структуры общества.

1. **Математическая модель оптимизации информационного влияния при ограниченных ресурсах.**

Предполагается, что потенциальные потребители информационных сообщений образуют группы различной численности, разной активности потребления сообщений и с разной степенью доверия к этим сообщениям.

Введём следующие обозначения:

*к* – номер социальной группы, *к=*1,2,…,*n*.

*Nk* – количество членов *k*-ой группы.

*i* – номер информационного канала, *i*=1,2,…,*m*.

*Ci,k* – стоимость одного сообщения по i-му каналу для *к*-ой группы,

*Si* – объём ограничивающего ресурса для сообщений по *i*- му каналу.

*xi,k* – количество сообщений, направленных *Источником*  по *i*-му каналу для *к*-ой группы,

pi,k – доля членов к-ой группы, пользующейся *i*-ым каналом,

*qi,k* – доля членов *к*-ой группы, доверяющих сообщениям *i*-ого канала.

Нетрудно видеть, что, согласно введённым предположениям, количества сообщений должно удовлетворять *m* ограничениям:

, r =1,…,*m*  (1)

В то же время информационный эффект каждого канала определяется количеством полученных и принятых с доверием сообщений, т.е. величинами *рi,k,∙ qi,k,∙ xi,k*. Непосредственное выражение нашей задачи выглядит так. Желательно максимизировать охват всех пользователей доступными информационными каналами, наилучшим способом расходуя ограниченные ресурсы на отправление сообщений нужного характера. Модель оптимизации будет завершена, если мы укажем целевой функционал *F(||xi,k||)*, который необходимо максимизировать соответствующим набором сообщений *xi,k*.

Здесь возможны, по крайней мере, два подхода.

**2.Оптимизация структуры «окрашенных» сообщений.**

Данный подход особенно прост в случае одного ресурсного ограничения, которым мы здесь и ограничимся. Будем добиваться максимума суммы всех полученных с доверием сообщений в условиях одного ресурсного ограничения (1). Однако ясно, что формально это приведёт к вырожденному случаю, когда все сообщения, скорее всего, должны будут направлены какой-то одной группе. Чтобы избежать такой однобокости, можно задать некоторую желательную пропорцию между сообщениями по разным направлениям. Будем искать такие пропорции между однотипными сообщениями, при которых достигается максимальный охват аудитории. То есть предположим, что эта искомая пропорциональность (*уi,k*) удовлетворяет соотношениям

x*i,k*;: x*j,r* = yi,k: *уj,r* = *λ*, (2)

где *λ* – как бы аналог числа «комплектов» всех сообщений. Из соотношений (2) следует, что число сообщений *xi,k* пропорционально соответствующему *уi*,k с коэффициентом *λ:*

*xi,k*= *λ ∙* *уi,k;* (3)

С учётом доверия полученным сообщениям их число будет равно величине

*x*i,k=  *λ∙* *pi,k∙ qi,k ∙ yi,k*

Подставляя (3) в равенство (1), получим:

,

откуда 

и число полученных с доверием сообщений при известных пропорциях *yi,k* будет равно

 (4)

В результате для нахождения оптимальных пропорций, максимизирующих охват аудитории нужными («окрашенными») сообщениями, надо найти максимум дробно-линейной функции от *yi,k*

 (5)

Найдя оптимальные пропорции, мы получим и количества сообщений по каждому каналу для всех групп по формуле (4).

Переход к поиску фиксированных пропорций позволяет уйти от ресурсного ограничения (1), но остаются содержательные ограничения неотрицательности переменных *уi,k* .

 Для  удобства  представления процедуры  вычислений  можно выразить  все  переменные,  последовательно упорядочив  их,  в  виде  одного вектора *Y*:

*Y=(Y1 Y2, … YR)* ,   где  *R=m∙n*    и

 (6)

Приравняв  нулю  частные  производные  функции  (6),  мы  получим  *m∙n*  линейных   однородных  уравнений  с  матрицей  коэффициентов  *B=|| Bj,r||,*  где  индексы  *j, r*  пробегают  все  значения  от 1  до  R.  Необходимые  условия  экстремума принимают  вид:

*B∙Y=0*.  (7)

Если функция (6) выпуклая вверх, то матрица B будет отрицательно определённой и тогда система (7) является необходимым условием максимума функции *W*. Любое  неотрицательное  решение тогда этой  системы  даёт оптимальные  значения  коэффициентов  пропорциональности  между  сообщениями.

Так как коэффициенты пропорциональности *Yr* фактически играют роль рангов или баллов, отражая относительную важность для *Источника* охвата сообщениями конкретной социальной группы, то *Источник* может целевым образом задать их верхнюю и нижнюю границу. Пусть диапазон возможных значений определяется границами *R* – мерного куба: *s ≤ Yr ≤ z* . Тогда необходимо найти точку этого куба, которая максимизирует функцию *W*. Тем самым мы не занимаемся необходимыми условиями (7), а просто будем находить точку на гиперкубе, непосредственно максимизирующую нашу функцию W.

**3. Нахождение оптимального распределения сообщений**

Для примера рассмотрим ситуацию, когда *Источник* передаёт сообщения по трём каналам (телевидении, Интернет, пресса), а получателями информации являются члены групп по некоторому критерию. Количество принимающих p и доверяющих D сообщениям представим в матрицах (строка – каналы, столбцы – группы).

Согласно данным опроса 1500 респондентов центром «ФОМнибус» на 29-30 апреля 2018 по 104 населённым пунктам РФ [9] были получены ответы о количестве пользователей каналами СМИ и количестве тех, которые доверяют этим каналам  (таб.1).

Таблица1. Распределение респондентов по каналам СМИ и доверие этим каналам



**Рассмотрим 1-й случай –** распределение **по *четырём возрастным группам****.*

Таблица 2. Распределение по возрасту.

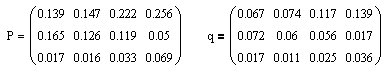
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| k | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Возраст (годы) | 19-30 | 31-45 | 46-60 | >60 |
| Число опрошенных | 345 | 435 | 360 | 360 |

Распределение участников групп по каналам и по доверию отражено в матрицах p*1, D1*, где строки (i) характеризуют информационные каналы, а столбцы (k) относятся к номеру группы по возрасту.





Разделив элементы к-ого столбца в этих матрицах на число опрошенных этого возраста (Таб.2) , мы получим доли *Pi,k ,*  которые можно интерпретировать, как вероятности соответствующих контактов с каналами. А разделив элементы второй матрицы на аналогичные элементы первой, получим вероятность доверия членами *k*-групп рассматриваемым *i-*каналам. Произведение этих вероятностей даёт вероятность просмотра канала с доверием, которая обозначена выше буквой qi,k.



Для завершения количественной модели мы добавим реальные данные условно «экспертными» оценками *Сi,k* – коэффициентами затрат условного ресурса объёма *S*=5000. Принимаем, что затраты на одну телевизионную передачу в 5 раз больше, чем на передачу по печатным каналам, а затраты на интернет-сообщение в 2 раза больше, чем на печатное издание( предполагается, что все передачи по своим позициям равноправны):



Непосредственное выражение нашей задачи выглядит так. Желательно максимизировать охват всех пользователей доступными информационными каналами, наилучшим способом расходуя ограниченные ресурсы на отправление сообщений нужного характера. Запишем максимизируемую функцию, используя обозначения коэффициентов пропорциональности Yi,k в виде:

 (8)

Решим задачу на максимум, полагая, что пропорции рангов лежат в области от *s* до *r.* При *s*=1и *r*=5 максимальное значение *W(Y)* достигается при коэффициентах пропорциональности



Таким образом, при фиксированных выше условиях для максимального охвата аудитории все передачи разделяются на два типа. Первый тип – «условно важные» передачи, второй тип – «менее важные». К первому типу относятся телепередачи для старшей возрастной группы, интернет сообщения для трёх первых групп по возрасту, и пресса для самой старшей группы населения. Все остальные группы и передачи имеют одинаковое значение.

Количество передач по каналам для разных групп вычисляются по формуле (4). Они приведены в матрице



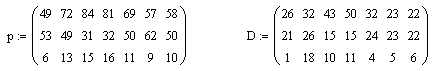
В соответствии с найденной матрицей Y коэффициентов пропорциональности количества сообщений (матрица *X),* в наиболее важные группы должно быть направлено по 312.5 сообщения, а в остальные – по 62.5.

**Рассмотрим также 2-ой случай**, когда группы образованы ***по типу места проживания.***

Таблица 3. Распределение по типу места проживания

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| k | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Тип поселения | Москва | Города с млн. и > | Города от 250000 и > | Города от 50000 до 250000 | Города  Менее 50000 | Сёла |
| Число опрошенных | 120 | 195 | 300 | 255 | 225 | 390 |

Аналогично предыдущему случаю исходные данные опросов (количество просмотров – р и доверия – D ) и условно-экспертные оценки стоимости – С затрат на одно сообщение приведены ниже:





Количество ограничивающего ресурса оставляем на прежнем уровне S=5000. Целевая функция максимизации охвата сообщениями имеет прежний вид, но число групп теперь равно 6.

Максимизируем функцию (8) при *i*=0,…,2, *k*=0,…,5.

Искомые коэффициенты рангов лежат в прежних границах от 1 до 5.

Оптимальное решение имеет вид.



Количество передач по каналам для разных групп



Несмотря на большое количество групп « важными» сообщениями оказываются: интернет для самых крупных городов (в данном случае – Москва, города-миллионники, и малые города) и пресса для миллионников. Остальные сообщения для всех групп оказываются одинаково значимыми и менее важными. Интересно, что изменение стоимости затрат на сообщение может приводить к изменению структуры предпочтений. Так, для «ценовой матрицы»



структура решения будет такой



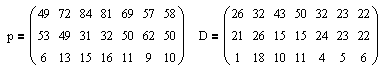
Видим, что увеличение стоимости интернет-сообщений для крупных населённых пунктов и уменьшение для малонаселённых приводит к увеличению «важности» малочисленных городов.

**Рассмотрим 3-ой случай**, когда группы образованы ***по ежемесячным личным доходам***

Таблица 3. Распределение по доходам

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| k | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Личные  доходы | нет | ≤8000 | 8001-12000 | 12000-20000 | 21000-30000 | ≥31000 | Отказ от ответа |
| Число опрошенных | 105 | 90 | 225 | 465 | 255 | 255 | 105 |

Исходные данные опросов (количество просмотров – р и доверия – D ) и условно-экспертные оценки стоимости – С затрат на одно сообщение приведены ниже:





Число групп теперь равно 7. Максимизируем функцию (8) при *i*=0,…,2, *k*=0,…,6.

Искомые коэффициенты рангов лежат в прежних границах от 1 до 5.

Оптимальное решение имеет вид:





Интересно, что важными сообщения оказываются интернет-сообщения, ориентированные на респондентов с минимальными личными доходами и не указавшие свой доход, как и некоторые потребители прессы.

**Заключение**

В данной работе была проанализирована одна из возможностей оптимизации структуры информационных сообщений определённой ориентации, направляемых разным социальным группам и по разным каналам. Известно, что активность потребления информации и степень доверия у разных групп и для разных каналов весьма различны. Поэтому, чтобы охватить сообщениями как можно большую часть аудитории, необходимо явно учесть эти факты, а также ресурсные и ценовые ограничения на передаваемые сообщения по разным каналам. В статье предлагается оптимизировать охват аудитории выбором правильных пропорции между количествами сообщений. Формально задача сводится к максимизации дробно-линейной функции при одном линейном ограничении, что приводит к множественности оптимальных решений. Для проведения численных расчётов были заданы шкальные ограничения на диапазоны значений рангов сообщений между группами и каналами. При этом использовались реальные данные по активности населения в сфере потребления информационных услуг и степени доверия для разных каналов. В результате расчётов были получены оптимальные количества сообщений для групп по каналам. Показано также как влияют на межканальную и межгрупповую структуру сообщений такие внешние факторы, как стоимость передачи сообщений, число групп, степень доверия и т.д.

В силу того, что численности сообщений по каналам и группам определяются только после нахождения пропорций между ними, полученная структура оказывается недостаточно разнообразной и характеризуется двумя крайними типами – «важные направления» и «не очень важные». Как показывают наши предварительные расчёты, введение нелинейной целевой функции непосредственно от объёмов сообщений, делает структуру более разнообразной и реалистичной. Именно этому подходу посвящена готовящаяся публикация. Кроме того при максимизации имеет смысл учитывать и более одного ограничения.

**Список литературы**

1. Гаврилец Ю.Н. [Компьютерная модель идеологического противостояния двух политических сил в обществе](https://istina.msu.ru/publications/article/128830366/) , “[Экономика и математические методы](https://istina.msu.ru/journals/97411/)”, [Наука](https://istina.msu.ru/publishers/11669096/), *М.*,2014**,** том 50, № 3, с. 73-85.
2. [Гаврилец Ю.Н.](https://istina.msu.ru/workers/5093315/), Тараканова И.В. [Компьютерная модель формирования идеологической структуры социума с управлением](https://istina.msu.ru/publications/article/156559178/) , 2018, М., электронный журнал «Вестник ЦЭМИ РАН», № 2.
3. Гаврилец Ю. Н., Клименко К. В., Кудров А. В. [Статистический анализ факторов социальной напряженности в России](https://istina.msu.ru/publications/article/128825642/), «[Экономика и математические методы](https://istina.msu.ru/journals/97411/)», *2016,* [Наука](https://istina.msu.ru/publishers/11669096/), М., том 52, № 1, с. 45-66
4. Волконский В.В. Многополярный мир. Идеология и экономика, М., 2015, «Книжный мир».
5. Данило Дзоло Демократия и сложность, Издательский дом ВШУ, М, 2010.
6. Кара-Мурза С. Краткий курс манипуляции сознанием, Издательство ЭКСМО, М, 2003.
7. Жеребин В.М. Социальный аспект информатизации, Экономическое образование, М, 2013.
8. Эйдельман Н.Я. Герценовский «колокол», М., 2063.
9. Д.Фантаццини,М.В.Шаклеина,Н.А.Юрас, Big Data в определении социального самочувствия населения России. Прикладная Эконометрика, 2018,т.50,стр. 43-66.
10. https://fom.ru/SMI-i-internet/14029.
11. Jasper J.M.,Emocions and Social Movements: 20 Years of Theory and Research //Annual Review of Sociology,2011,No.37,P.285-303.
12. Prosser B.,Knowledge of the Heart: Ethical Implications of Sociological Research with Emotion //Emotion Review, 2015, vol.7,No.2,P.175-180/