

ПРИМЕНЕНИЕ ДИВЕРСИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

М.А. Плаксин

*Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики
(Пермский филиал)*

Россия, 614070, г. Пермь, ул. Студенческая, 38

E-mail: mapl@list.ru

Аннотация: Диверсионный анализ – метод совершенствования технологических процессов, разработанный в рамках Теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). В докладе рассматривается суть метода и его применение для совершенствования образовательного процесса в вузе. Описывается экспериментальное исследование, проведенное на факультете бизнес-информатики Пермского филиала НИУ Высшая школа экономики.

Введение

Диверсионный анализ (ДА) – метод совершенствования технологических процессов, предложенный будущим Мастером ТРИЗ Б.Л. Злотиним в конце 70-х годов прошлого века [1 – 4]. В США и Западной Европе он известен под маркой Anticipatory Failure Determination (AFD) и успешно используется как для выявления причин брака, так и для прогнозирования возможных нежелательных последствий тех или иных изменений.

Суть ДА заключается в инвертировании исследовательской задачи в изобретательскую. Вместо того чтобы искать причину низкого качества производимой продукции, ДА предлагает специально конструировать условия, которые обеспечили бы выпуск продукции с соответствующими недостатками. Пусть некоторый показатель производимого продукта должен иметь значение А, а на практике имеет (неудовлетворительное) значение В. Изобретатель задает вопрос: «Каким образом надо организовать производство, чтобы названный показатель получал бы значение В?». Когда эта задача будет решена – требуемые условия производства бракованной продукции найдены – нужно проверить, до какой степени эти условия реализованы в реальном технологическом процессе. Если они реализованы в результате нарушения технологии, эти нарушения надо устранять. Если эти условия являются частью технологии, надо менять технологию.

Есть еще один способ применения диверсионного анализа. ДА применяется не для того, чтобы определить причину появления отказов конкретного вида, а для того, чтобы отыскать слабые места и потенциальные недостатки технологического процесса вообще. В этом случае диверсионный анализ проходит в два этапа. Первый этап заключается в целенаправленном поиске возможных нарушений идеального технологического процесса, которые могут понизить качество выпускаемой продукции. Причем эти нарушения не должны быть явными, должны как можно лучше вписываться в правильную технологическую цепочку. На втором этапе проводится анализ реального технологического процесса на предмет того, до какой степени найденные «диверсии» – способы понизить качество продукции – уже «внедрены в производство», уже реализуются на практике. Как показывает опыт, на реальных производствах число «внедренных» «диверсий» достигает 80% теоретически возможных.

В 2012/13 уч.г. в Пермском филиале НИУ Высшая школа экономики (НИУ ВШЭ-Пермь) был проведен эксперимент по применению метода диверсионного анализа для поиска путей совершенствования образовательного процесса. Эксперимент преследовал две цели:

1. Проверить, насколько возможно применение метода для анализа учебного процесса в вузе.

2. Собрать информацию для совершенствования учебного процесса на одном из факультетов ВШЭ.

Эксперимент проводился в рамках факультета бизнес-информатики НИУ ВШЭ-Пермь. Факультет молод и активно развивается. В 2012 г. проведен первый выпуск бакалавров по направлению «бизнес-информатика», готовится первый набор в магистратуру, вдобавок к направлению «бизнес-информатика» открыто второе направление – «программная инженерия». На факультете обучается около ста тридцати студентов.

Учебный процесс на факультете организован весьма сложно. В силу специфики направления бизнес-информатики значительную часть занятий проводят преподаватели факультетов экономики и менеджмента, что осложняет согласование учебных программ. НИУ ВШЭ предъявляет традиционно высокие требования к уровню освоения иностранных языков, что влечет возрастание роли языковых кафедр. Хотя бы один курс студенты обязательно слушают на английском языке, причем у преподавателя-иностранца, приезд которого организуется через партнерские университеты Европы и требует соответствующей корректировки расписания.

1. Методика исследования вузовского факультета методом диверсионного анализа

В данном случае диверсионный анализ применялся во втором варианте – для поиска недостатков в учебном процессе факультета вообще.

Для проведения обоих этапов исследования было использовано анкетирование множества экспертов и статистическая обработка собранных анкет.

К выбору экспертов были предъявлены три требования:

1. Привлечение экспертов должно было стоить достаточно дешево.
2. Эксперты должны были быть заинтересованы в качестве учебного процесса.
3. Эксперты должны были иметь свежий взгляд на оценку качества учебного процесса.

Для оценки качества учебного процесса было решено взглянуть на него не со стороны преподавателя, а со стороны учащегося. Для сбора «диверсионных идей» был задействован традиционный контингент большинства университетских проектов – студенты (при условии, что организаторы хорошо осознавали как достоинства, так и недостатки именно такого сообщества экспертов). Выглядело это следующим образом.

Студенты разных курсов были ознакомлены с понятием «диверсионный анализ» (в большинстве случаев, в форме краткой лекции). После чего им было предложено написать два небольших эссе на темы «Каким образом организовать учебный процесс так, чтобы выпускники факультета как можно меньше удовлетворяли потребностям работодателя?» и «Каким образом организовать набор на факультет так, чтобы набрать на факультет самых неподходящих абитуриентов?».

Ожидалось, что ответы на первый вопрос помогут выявить слабые места в организации учебного процесса, а ответы на второй дадут информацию о профориентационной работе в школе. Первые ожидания оправдались, вторые – нет. Почти все идеи второго эссе касались процедуры подачи документов, правил зачисления и других аспектов, регулируемых на федеральном уровне. Для совершенствования работы факультета эти идеи были совершенно бесполезны. Поэтому дальнейший их анализ не проводился. Второй этап был проведен только для «диверсий», предложенных в первом эссе. Для организаторов исследования это урок на будущее: вопросы надо формулировать более точно.

Были составлены перечни «диверсионных идей», предложенных студентами для каждого из вопросов. При наличии нескольких формулировок одной идеи в перечень заносилась одна из них. Для каждой идеи был подсчитан уровень ее популярности – количество экспертов, ее предложивших.

При переходе ко второму этапу исследования – оценке степени актуальности названных недостатков для учебного процесса факультета – перед организаторами исследования встали два

вопроса из области профессиональной этики:

1. Насколько корректно по отношению к преподавателям предлагать студентам оценить качество работы преподавателей, не имея на это согласия оцениваемых преподавателей?

2. Насколько корректно по отношению к студентам требовать от них критических замечаний о работе преподавателей, от которых они зависят?

Были приняты следующие решения:

Студентам для оценки были предложены не преподаватели, а учебные курсы.

Было объявлено, что собранная информация будет использоваться только в агрегированном виде. Студентам была предоставлена возможность сдавать анкеты анонимно. Из всех сданных анкет имена студентов были удалены.

Общее количество предложенных на первом этапе «диверсионных идей» было достаточно велико. Причем ценность их существенно различалась. Поэтому дальнейший анализ всех названных недостатков был, во-первых, слишком трудоемок, во-вторых, не обязателен. Для дальнейшего рассмотрения из всех предложенных студентами «диверсионных идей» были выбраны пять наиболее популярных, относящихся не к «учебному процессу вообще», а к преподаванию конкретных дисциплин. Реально эти пять «диверсий» явились обобщением и переработкой примерно двух десятков студенческих идей, имеющих разную формулировку, но близких по сути.

Сотрудниками деканата были составлены списки дисциплин, изученных студентами разных курсов за время их обучения в университете. К сожалению, студенты, поступившие на факультет в разные годы, обучались по разным учебным планам. Несовпадение перечня изученных дисциплин изрядно усложнило как процесс составления списков, так и процесс последующего анализа результатов анкетирования.

Студентам всех курсов была предложена анкеты (своя для каждого курса), построенные по матричному принципу. Столбец матрицы соответствовал одной из выбранных «диверсионных идей», строка – одной из

изученных студентами дисциплин. От студентов требовалось:

1) оценить важность каждого из указанных недостатков организации учебного процесса;

2) оценить степень проявления данного недостатка в процессе преподавания данной дисциплины.

В обоих случаях использовалась шкала от 0 до 10: 0 – минимальная важность недостатка, 10 – максимальная; 0 – отсутствие данного недостатка при преподавании данной дисциплины, 10 – максимальное его проявление.

Анкеты, заполненные студентами одного курса, консолидировались: по каждой позиции вычислялась среднее арифметическое. После этого вычислялись следующие показатели (см. рис. 1):

1) максимально возможный на данном потоке негативный рейтинг дисциплины;

2) негативный рейтинг, полученный каждой из дисциплин.

Максимально возможный негативный рейтинг вычислялся как сумма произведений коэффициента важности этого недостатка на максимально возможную степень проявления этого недостатка (т.е. на 10). Поскольку важность недостатков по-разному оценивалась студентами разных курсов, максимально возможный негативный рейтинг для каждого курса был своим.

Негативный рейтинг каждой дисциплины вычислялся как сумма произведений коэффициента важности недостатка на степень проявления этого недостатка в процессе преподавания этой дисциплины. Поскольку важность недостатков студентами каждого курса была оценена по-своему, абсолютная величина негативного рейтинга оказалась недостаточно информативна как для целей оценки, так и для целей сравнения. Поэтому абсолютные величины были пересчитаны в относительные. Для каждой дисциплины был вычислен процент полученного ею негативного рейтинга от максимально возможного негативного рейтинга.

В подвал таблицы были добавлены средние, максимальные и минимальные значения по всем графам.

Пример обсуждаемой таблицы представлен в табл.1.

Дисциплина	Недостаток					Негативный рейтинг абсолютный	Негативный рейтинг относительный
	Недостаток-1	Недостаток-2	Недостаток-3	Недостаток-4	Недостаток-5		
	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5		
Дисциплина-1	p_{11}	p_{12}	p_{13}	p_{14}	p_{15}	$\sum_i v_i \cdot p_{1i}$	$\frac{\sum_i v_i \cdot p_{1i}}{\sum_i v_i \cdot 10}$
Дисциплина-2	p_{21}	p_{22}	p_{23}	p_{24}	p_{25}	$\sum_i v_i \cdot p_{2i}$	$\frac{\sum_i v_i \cdot p_{2i}}{\sum_i v_i \cdot 10}$
Дисциплина-3	p_{31}	p_{32}	p_{33}	p_{34}	p_{35}	$\sum_i v_i \cdot p_{3i}$	$\frac{\sum_i v_i \cdot p_{3i}}{\sum_i v_i \cdot 10}$

Рис.1. Схема таблицы для оценки степени проявления недостатков в процессе преподавания различных дисциплин.

v_i – важность i -го недостатка

p_{ij} – степень проявления i -го недостатка в процессе преподавания j -й дисциплины

Таблица 1. Фрагмент таблицы для оценки степени проявления недостатков в процессе преподавания различных дисциплин

Дисциплина	Недостаток					Негативный рейтинг абсолютный	Негативный рейтинг относительный
	Мало практики	Ввести свободное посещение	Не провзрять знания	Низкие требования	Преподаватель не имеет опыта		
	9,17	3,67	8,50	9,33	9,00	396,67	
Безопасность жизнедеятельности	6,75	1,50	1,63	1,75	1,00	106,52	26,85%
...							
Программирование	3,13	1,13	1,75	0,63	0,38	56,85	14,33%
...							
Компьютерная графика	0,63	1,88	0,63	1,13	0,00	28,42	7,16%
Физическая культура	0,00	3,86	0,86	0,00	0,00	21,43	5,40%
Среднее	2,29	1,98	1,15	0,69	0,63	50,19	12,65%
Max	6,75	3,86	2,25	1,75	2,75	106,52	26,85%
Min	0,00	0,57	0,38	0,00	0,00	21,43	5,40%

К сожалению, разница учебных планов у разных студенческих потоков не позволила провести прямое сравнение полученных показателей по годам обучения. Такое сравнение было возможно только для повторяющихся дисциплин.

С точки зрения целей исследования такую ситуацию нельзя признать удачной, поскольку именно результаты,

повторяющиеся в течение нескольких лет, представляли наибольший интерес. Полученная в ходе исследования оценка той или иной дисциплины несет в себе большую долю случайности. Субъективные оценки, выставляемые экспертами. Преподаватели постоянно экспериментируют с методикой обучения, и эти эксперименты не всегда бывают

удачны. Масса случайных факторов сопровождает каждое конкретное занятие. Но стабильность оценки одной и той же дисциплины в течение нескольких лет – как позитивная, так и негативная – дает основание думать, что эта оценка имеет объективные основания и является поводом для размышлений.

2. Описание исследования факультета бизнес-информатики НИУ ВШЭ-Пермь

На первом этапе в опросе приняло участие 68 студентов со всех четырех курсов.

Для ухудшения качества образовательного процесса ими было предложено 117 идей. Из них 87 были названы по одному разу, а оставшиеся 30 в сумме были названы 223 раза. В том числе

первые 11 идей в сумме были названы 155 раз, верхние 25 идей – 211 раз (Прекрасная иллюстрация к соотношению Парето).

Верхние 11 идей приведены в табл. 2 (взяты 11, а не 10, поскольку две последние идеи имеют одинаковый уровень популярности).

Интересно сравнить лидеров списка по разным курсам. В следующих четырех таблицах (табл. 3 – 6) приведены лидирующие группы по четырем курсам.

Легко заметить повторы в списках лидеров разных курсов. Прежде всего, речь идет о диверсии «Больше теории, меньше практики». Четверокурсники указали эту идею даже дважды, добавив требование, отражающее специфику их курса: «Исключить учебную, производственную или преддипломную практику».

Таблица 2. Наиболее популярные «диверсионные идеи»

Идея	Количество голосов
1. Больше лекций, меньше практики	37
2. Набирать неопытных преподавателей	23
3. Проводить меньше занятий связанных со специальностью	20
4. Не проверять знания студентов	17
5. Лояльно относиться к работам студентов, игнорировать сроки сдачи	13
6. Свободное посещение занятий	11
7. Не задавать домашних работ. Нет самостоятельной работы.	11
8. Убрать стипендию	9
9. Составить учебный план таким образом, чтобы предметы, которые основываются на других курсах, преподавались раньше базовых	7
10. Преподаватель должен читать лекции монотонно и скучно	7

Таблица.3. Наиболее популярные «диверсионные идеи» I курса

Идея	Количество голосов
1. Много лекций, но мало практики.	6
2. Разрешить студентам не ходить на пары	3
3. Преподаватель читает лекцию монотонно и скучно	3
4. Не задавать домашних работ. Нет самостоятельной работы.	2
5. Не проверять знания студентов	2
6. Запретить преподавателям отвечать на вопросы	2
7. Набирать новых преподавателей, которые не имеют опыт преподавания	2
8. Мягко относиться к срокам сдачи и строгому выполнению требований	2
9. Отменить стипендию	2
10. Не проводить обучение по профильным предметам	2

Таблица.4. Наиболее популярные «диверсионные идеи» II курса

Идея	Количество голосов
1. Малое количество практики, но много теории	8
2. Набрать неквалифицированный персонал	7
3. Свободное посещение	7
4. Уменьшить количество часов на профильные предметы	6
5. Не задавать домашних заданий	6
6. Убрать микроконтроль	5
7. Отменить стипендию	5
8. Уменьшить финансирование	3
9. Смягчить требования по оценкам	3
10. Сократить количество учебных дней	3

Таблица.5. Наиболее популярные «диверсионные идеи» III курса

Идея	Количество голосов
1. Ставить побольше молодых преподавателей	4
2. Больше теории, меньше практики	3
3. Ставить предметы не по специальности	3
4. Учиться по старым учебникам	2
5. Неправильное формирование графика дисциплин	2
6. Брать взятки	2
7. Не организовывать студентов	2
8. Уменьшение профильных экзаменов	2

Таблица.6. Наиболее популярные «диверсионные идеи» IV курса

Идея	Количество голосов
1. Нужно исключить учебную, производственную или преддипломную практику	13
2. Увеличить теорию за счет часов, которые направлены на практическую часть.	9
3. Брать преподавателей, которые не имеют опыта	7
4. Уделять профильным предметам меньше времени	6
5. Ставить автоматы за красивые глазки или посещаемость	5
6. Создавать максимально неблагоприятные условия для работающих студентов на последних курсах	5
7. Не давать самостоятельных работ	4
8. Не уделять внимания современным методам, подходам и технологиям в рамках изучаемых дисциплин, предоставлять морально устаревшую информацию.	4
9. Составить учебный план таким образом, чтобы предметы, которые основываются на других курсах, преподавались раньше базовых	4

Часть недостатков касались не преподавания отдельных предметов, а требовали решений более высокого уровня. Например, «Отменить стипендию»,

«Ставить предметы не по специальности», «Преподавать базовые предметы позже производных». Какие-то из них находятся вне компетенции факультета (правила

назначения стипендии). Какие-то указывают на необходимость проверки порядка читаемых курсов с точки зрения межпредметных связей.

Учитывая вышеприведенные соображения, для второго этапа были отобраны 5 недостатков (см. табл.7). Эти 5 недостатков были сформулированы как обобщение, включившее в себя 7 требований из общего списка лидеров, 7 требований из списка лидеров I курса, 6 из лидеров II курса, 3 из лидеров III курса и 5 из лидеров IV курса.

На втором этапе были собраны 74 анкеты студентов всех четырех курсов. Понятно, что ценность анкеты возрастала по мере увеличения количества изученных студентом дисциплин. Наибольшую ценность представляли анкеты студентов-четверокурсников. Таких было 29.

Оценки важности недостатков, выделенных для второго этапа, данные студентами разных курсов, приведены в табл.8. Сокращение БИ обозначает

студентов направления бизнес-информатики, ПИ – программной инженерии.

Средние оценки степени проявления недостатков в процессе преподавания всех дисциплин, изученных студентами разных курсов, приведены в табл. 9. Для каждого недостатка указана средняя оценка, поставленная студентами каждого из курсов, и средняя оценка по всем курсам. Для каждого курса указана средняя оценка по каждому недостатку и средняя оценка по всем недостаткам. Завершает таблицу средняя оценка по всем недостаткам и всем курсам. Своего рода итоговая оценка недостатков преподавания на факультете с точки зрения его студентов.

Подтверждают ее средние относительные негативные баллы по всем дисциплинам, приведенные в табл. 10.

Какой практический смысл имеют полученные показатели?

Таблица.7. Диверсионные идеи, отобранные для II этапа исследования

Идея	Позиции в табл.1	Позиции в табл.2	Позиции в табл.3	Позиции в табл.4	Позиции в табл.5
1. Много теории, но мало практики	1	1	1	2	1, 2
2. Разрешить студентам не ходить на пары, ввести свободное посещение	6	2	3	7	–
3. Не проверять регулярно знания студентов (нет домашних заданий, микроконтролей и т.п.)	4, 7	4, 5	5, 6	–	7
4. Низкие требования (ставить зачет/экзамен "за красивые глаза", за посещение, мягко относиться к срокам сдачи и выполнению требований)	5	8	9	–	5
5. Преподаватель не имеет опыта по своему предмету, читает лекции монотонно и скучно	2, 10	3, 7	2	1	3

Таблица.8. Важность диверсионных идей, отобранных для II этапа исследования, с точки зрения студентов разных курсов (по 10-бальной шкале)

Недостаток	Курс				
	I БИ	I ПИ	II	III	IV
Много теории, но мало практики	5,23	9,17	8,33	5,83	8,40
Разрешить студентам не ходить на пары	2,31	3,67	4,30	5,33	4,90
Не проверять регулярно знания студентов	2,08	8,50	6,60	6,50	6,50
Низкие требования	1,62	9,33	8,40	5,33	7,80
Преподаватель не имеет опыта	2,69	9,00	8,10	5,00	9,40

Таблица.9. Средняя степень проявления недостатков при преподавании всех дисциплин, с точки зрения студентов разных курсов (по 10-бальной шкале)

Недостаток	Курс					Средняя оценка данного недостатка, поставленная студентами всех курсов
	I БИ	I ПИ	II	III	IV	
Много теории, но мало практики	2,27	2,29	3,25	3,59	3,05	2,89
Разрешить студентам не ходить на пары	1,67	1,98	3,00	4,29	2,94	2,78
Не проверять регулярно знания студентов	1,57	1,15	2,90	3,74	2,67	2,40
Низкие требования	1,18	0,69	1,70	3,82	2,41	1,96
Преподаватель не имеет опыта	1,66	0,63	2,19	3,17	2,31	1,99
<i>Средняя оценка по всем недостаткам, поставленная студентами данного курса</i>	<i>1,67</i>	<i>1,35</i>	<i>2,61</i>	<i>3,72</i>	<i>2,68</i>	<i>2,40</i>

Таблица.10. Средний относительный негативный рейтинг по всем дисциплинам (%)

Курс					Средний рейтинг по всем курсам
I БИ	I ПИ	II	III	IV	
18,19	12,65	24,99	37,24	26,46	23,91

Полученные результаты можно разделить по уровню глобальности: на общефакультетские, относящиеся к отдельным недостаткам, отдельным курсам, отдельным дисциплинам, в конце концов – к преподаванию конкретной дисциплины на конкретном курсе.

Главная общефакультетская оценка – это итоговое среднее значение в табл.9. Его можно трактовать как среднюю оценку студентами недостатков учебного процесса (по всем курсам и всем дисциплинам). В нашем случае оно составляет 24% от максимально возможного.

Много это или мало? Для ответа на этот вопрос в настоящий момент нет никаких данных. Очевидно, что дела обстоят далеко не самым плохим образом, но возможности для совершенствования еще не исчерпаны.

Интересно, что средний относительный негативный рейтинг, посчитанный по всем учебным дисциплинам и всем курсам, оказался равен тем же 24% (более точно – 23,91%).

В этом году полученные оценки остается только принять к сведению. А вот через год – после повторения исследования – возникнет возможность отследить динамику.

Общефакультетские показатели удобно использовать в качестве эталонов для оценки локальных достижений. Локальная оценка лучше общефакультетской – хорошо, хуже – плохо. Это можно отнести и к оценке отдельных дисциплин, и к оценке целых курсов.

Так по данным табл. 9 и 10 обращает на себя внимание III курс. Его оценки (негативные) в полтора раза превышают общефакультетские. Это – повод углубиться в консолидированную таблицу результатов III курса для того, чтобы разобраться, оценка каких дисциплин и по каким показателям привела к такому высокому итоговому рейтингу.

Информацию для локальной оценки отдельных дисциплин дают консолидированные таблицы курсов. Преподаватель имеет возможность узнать, как его работу воспринимают студенты, какие пожелания по совершенствованию педагогического мастерства они ему высказывают. Как уже было сказано, каждая конкретная оценка несет в себе большую долю субъективности. Но повторение ее в течение нескольких лет дает основания думать об объективных основаниях такой оценки (как позитивной, так и негативной).

У полученных оценок есть еще одна полезная функция. Они указывают «запас прочности», имеющийся у дисциплины по тому или иному показателю. Например, преподаватель предъявляет достаточно строгие – по его мнению – требования. Вопрос: не слишком ли строгие? Студенты курса (в среднем) оценивают данный показатель на 2 (негативных) балла из 10 возможных. Т.е. курс в среднем считает, что нынешний уровень требований даже несколько занижен.

Таким образом, исследование обеспечивает механизм обратной связи от студента к преподавателю.

Особо следует сказать о воздействии проведенного исследования на студентов факультета. Дело не только в том, что исследование позволило выявить мнение студентов, которое далеко не всегда совпадает с самооценкой преподавателя. Оно сработало на повышение мотивации и самооценки студентов. Исследование показало, что к студентам относятся как к значимым участникам учебного процесса, мнение которых важно для совершенствования работы факультета. Вместо всегда существующей в любом вузе модели противопоставления «Есть ОНИ – преподаватели, которые учат, и МЫ – студенты, которых учат» возникла модель сотрудничества «МЫ вместе улучшаем работу НАШЕГО общего факультета».

Заключение

Проведенный эксперимент

1) продемонстрировал пригодность метода диверсионного анализа для совершенствования учебного процесса в вузе;

2) помог выявить некоторые проблемы, существующие в учебном процессе факультета бизнес-информатики НИУ ВШЭ-Пермь, или (в тех случаях, когда существование проблемы было интуитивно ясно) помог эти проблемы визуализировать, продемонстрировал их наличие;

3) дал преподавателям и руководству факультета картину того, как

воспринимают учебный процесс студенты факультета.

Имеет смысл:

1) повторить исследование в следующем году, продолжить накопление статистики для выстраивания анализа по данным за несколько лет;

2) продумать вопрос о расширении контингента экспертов. В частности, за счет привлечения реальных работодателей.

Благодарности. Автор благодарит сотрудников и студентов факультета бизнес-информатики НИУ ВШЭ-Пермь И.Г. Ковалеву, Р.Н. Бушуева, Д.И. Филатова, А.С. Югова, И.С. Окулову за помощь в сборе и подготовке информации.

Литература

1. *Злотин Б.Л., Зусман А.В.* Решение исследовательских задач. Кишинев: МНТЦ «Прогресс, Карта Молдовеняск», 1991. – 204 с. [Электронный документ] <http://www.trizway.com/art/book/222.html>. Проверено 15.06.2013.
2. *Злотин Б.Л., Зусман А.В.* Методика прогнозирования чрезвычайных ситуаций, вредных и нежелательных явлений. – Кишинев: МНТЦ "Прогресс", 1991. [Электронный документ] <http://metodolog.ru/00891/00891.html> Проверено 15.06.2013.
3. *Kaplan S., Visnepolschi S., Zlotin B., Zusman A.* New tools for failure & risk analysis. Anticipatory Failure Determination (AFD) and The Theory of Scenario Structuring / Ideation International Inc., 1999, 2005. – USA: ISBN 1-928747-0-51. [Электронный документ] <http://www.ideationtriz.com/new/materials/AFDNewToolsbook.pdf> Проверено 15.06.2013.
4. AFD (Anticipatory Failure Determination): [Электронный документ] (<http://www.ideationtriz.com/afd.asp>). Проверено 15.06.2013.