

МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБОСНОВАНИЯ БИЗНЕС-РЕШЕНИЙ

Михаил Плаксин

Аннотация: Метод анализа иерархий предложен Т. Саати около 30 лет назад для принятия решений в условиях неопределенности. Он может использоваться для решения задач управления, в том числе, задач прогнозирования и стратегического планирования. В данной статье предложен подход для применения этого метода в решении задач прогнозирования и стратегического планирования.

Keywords: метод анализа иерархий, принятие решений, прогнозирование, стратегическое планирование, парные сравнения, противоречивые критерии, неопределенность.

ACM Classification Keywords: H.4 Information Systems Applications: H.4.2 Types of Systems – Decision support.

Описания метода анализа иерархий

Большинство бизнес-систем можно отнести к сложным недетерминированным системам. Принятие управленческих решений в этих системах требует учета множества критериев, зачастую плохо формализованных и противоречащих друг другу. Кроме того, часто отсутствуют объективные показатели, по которым можно сопоставить альтернативные варианты для того, чтобы выбрать оптимальный. Для обоснования таких решений нужны специальные методы. Один из них – метод анализа иерархий (МАИ), разрабатываемый в последние три десятилетия американским ученым Т. Саати [Саати, 1991; Саати, 1993]. МАИ позволяет упорядочить работу лица, принимающего решение, и учесть достаточно сложную систему факторов, влияющих на выбор решения. Для отражения взаимосвязи этих факторов они организуются в виде иерархии, что и определило название метода.

Суть метода состоит в следующем. Пусть нам нужно решить некоторую проблему. Зафиксируем критерии, которым должно удовлетворять решение проблемы (K_1, K_2, \dots, K_n) и ее возможные решения (R_1, R_2, \dots, R_m). Задача состоит в том, чтобы из предложенных решений выбрать наилучшее. Согласно МАИ выбор будет производиться следующим способом (метод описывается предельно упрощенно).

1. Первый шаг: *построение матриц «парных сравнений» (МПС)*. Сначала мы должны попарно сопоставить друг с другом все критерии, сравнивая их важность для решения данной проблемы. Затем для каждого из критериев мы выполняем попарное сравнение возможных решений, оценивая их важность *относительно данного критерия*. В результате получим одну матрицу $n \times n$ и n матриц $m \times m$.

Если для сравнения двух альтернатив (критериев или решений) нельзя использовать объективные показатели (вес, длина, стоимость и т.п.) будем применять следующую семнадцатизначную шкалу: 1 – равная важность альтернатив, 3 – слабое превосходство строки над столбцом, 5 – среднее превосходство строки над столбцом, 7 – сильное превосходство строки над столбцом, 9 – абсолютное превосходство строки над столбцом. $1/3$ – слабое отставание строки от столбца, $1/5$ – среднее отставание строки от столбца, $1/7$ – сильное отставание строки от столбца, $1/9$ – абсолютное отставание строки от столбца. 2, 4, 6, 8, $1/2$, $1/4$, $1/6$, $1/8$ – промежуточные значения.

2. Второй шаг: *синтез «локальных приоритетов»*. В каждой из матриц парных сравнений выполняем следующие действия: считаем среднее геометрическое каждой строки и нормализуем эти величины к единице, для чего делим каждое среднее геометрическое на сумму средних геометрических. Полученные нормализованные средние геометрические объявляем локальными приоритетами альтернатив, соответствующих строкам матриц. В результате получаем вектор локальных приоритетов для критериев и матрицу из локальных приоритетов, каждая строка которой соответствует одному возможному решению, а каждый столбец – одному критерию.

3. Третий шаг: *проверка согласованности матриц парных сравнений*.

Несогласованность МПС выражается в нарушении транзитивности отношения превосходства (если $A > B$ и $B > C$, то должно быть $A > C$). Нарушение это может носить характер качественный ($A > B$, $B > C$, $C > A$; это возможно, поскольку альтернативы сравниваются попарно), а может – количественный. Количественная несогласованность связана с тем, что мы не просто говорим о превосходстве той или иной альтернативы, но пытаемся оценить это превосходство по некоторой шкале (слабое/среднее/сильное). Отсюда возможна ситуация: $A \gg B$, $B \gg C$, $A > C$.

Дело осложняется тем, что при сравнении необходимо оперировать качественными понятиями (сильный-слабый), а в МПС мы записываем их числовое обозначение.

Причина несогласованности матрицы заключается в следующем. Вообще говоря, содержимое МПС определяется n числами – «истинными весами» альтернатив. В идеале матрица должна состоять из отношений этих n чисел. Но поскольку истинных весов мы не знаем, мы вынуждены выбрать для матрицы $(n^2-n)/2$ различных значений (размер матрицы – $n \times n$, но на главной диагонали стоят единицы, а левый нижний треугольник заполнен величинами, обратными по отношению к величинам из правого верхнего треугольника), которые будут служить некоторыми приближениями для отношений истинных весов. При построении матрицы парных сравнений обеспечивается ее обратная симметричность, но в матрице, построенной из отношений истинных весов, связи между элементами гораздо более многообразны, поскольку вес каждой альтернативы входит в $(2n-1)$ элементов матрицы (все элементы одной строки и одного столбца).

В МАИ существует простая процедура, которая позволяет легко определить «оценку согласованности» МПС. Даются рекомендации о том, какую оценку можно считать хорошей, какую – приемлемой. К сожалению, в классических работах Т. Саати [Саати, 1991; Саати, 1993] ничего не говорится о том, как определить место несогласованности МПС и устранить эту несогласованность. Рекомендации по этому поводу можно найти в работах [Митягин, 2001; Плаксин, 2005].

4. Четвертый шаг: *синтез глобальных приоритетов*. Умножаем указанную матрицу локальных приоритетов, соответствующих решениям, на вектор-строку приоритетов, соответствующих критериям. Получим вектор-столбец приоритетов, соответствующих решениям.

5. Последний пятый шаг: *оценка согласованности всей иерархии*.

Описанный метод естественным образом распространяется на случай многоуровневой иерархии.

Использование метода анализа иерархий для решения задач прогнозирования

Одна из областей приложения МАИ – прогнозирование будущего состояния сложных систем. В МАИ задача прогнозирования понимается следующим образом. Есть некая система, состояние которой некоторым образом изменяется со временем. Существуют *акторы* (действующие лица), которые способны повлиять на развитие системы. Причем в зависимости от способа действия этих акторов система может перейти в то или иное *состояние*. Различные акторы по-разному относятся к разным

состояниям системы. Какие-то из состояний для каждого актора более желательны, какие-то – менее. Каждый из акторов преследует свои цели и стремится воздействовать на систему так, чтобы она оказалась именно в том состоянии, которое наиболее выгодно именно этому актору. Акторы, вообще говоря, неравноправны. Степень их влияния на будущее системы различна. Задача в том, чтобы определить, в каком состоянии окажется система в результате суммарного воздействия всех акторов.

Для обозначения «способа действий» того или иного актора в МАИ используется термин «политика».

Отметим, что речь в данном случае идет о недетерминированных системах, поэтому оценка может быть только вероятностной.

Задача прогнозирования требует ответа на следующие вопросы:

- 1) Каким образом описать состояние исследуемой системы?
- 2) Каким образом описать изменение состояния системы в будущем?
- 3) Каким образом определить наиболее вероятный ход развития системы и то состояние, в котором система окажется?

МАИ отвечает на эти вопросы следующим образом.

Прежде всего, фиксируется некоторый *набор параметров*, с помощью которых будет описываться состояние системы. Для обозначения этих параметров в МАИ используется термин «переменные состояния». Параметры могут быть любыми, как количественными, так и качественными. Важно только одно: именно по изменению этих параметров мы будем оценивать изменение состояния системы.

Количество параметров может быть произвольно большим. Проблема в том, что с увеличением числа переменных состояния резко увеличивается трудоемкость анализа, что ведет не к увеличению, а к уменьшению точности результатов. Приходится искать некий компромисс между точностью модели и трудоемкостью оценки.

Значение *переменной состояния* призвано отразить изменения в состоянии исследуемой системы. Это легко сделать, если эти изменения могут быть измерены в некоторых объективных единицах (килограммах, метрах, рублях и пр.). Однако в большинстве случаев МАИ применяется именно тогда, когда объективные единицы измерения отсутствуют. Для решения этой проблемы МАИ предлагает следующий путь. Исходим из того, что нас будет интересовать не абсолютная величина того или иного параметра, а ее изменение по сравнению с текущим состоянием, не то, какого уровня достигнет та или иная характеристика, а то, в какую сторону и насколько она изменится по сравнению с сегодняшним днем. Соответственно, значение переменной состояния будет отражать не абсолютную величину некоторой системной характеристики, а ее изменение относительно базового уровня.

Для оценки изменения используется уже знакомая нам *нечеткая 17-значная шкала*. Только числовое выражение качественных изменений теперь несколько изменим. Это будут числа от -8 до $+8$, которые интерпретируются следующим образом: 0 – отсутствие изменения, ± 2 – слабое возрастание/убывание, ± 4 – среднее возрастание/убывание, ± 6 – сильное возрастание/убывание, ± 8 – максимально возможное возрастание/убывание. Нечетные числа интерпретируются как промежуточные состояния

Следующий шаг после выбора переменных состояния – *описание сценариев возможного развития событий*. Каждый сценарий задается как совокупность значений переменных состояния. Поскольку переменные состояния – это те параметры, отслеживая которые мы будем оценивать изменение состояния исследуемой системы, а значение переменной состояния характеризует изменение некоторого параметра системы относительно базового уровня, каждый сценарий будет описывать совокупность изменений, которые произойдут в исследуемой системе. Каждый сценарий будет описывать некоторое возможное будущее состояние исследуемой системы, указывая по каким параметрам будущее состояние

системы будет отличаться от нынешнего состояния и насколько сильным будет это отличие. Такие сценарии называются контрастными или исследовательскими.

Каждый такой сценарий имеет имя (краткое обозначение из одного двух слов), краткое описание (из одной фразы, выражающей суть сценария), «числовое» описание в виде совокупности значений переменных состояния, «словесное» описание в виде расшифровки этих значений, перевода их на естественный язык.

С помощью метода анализа иерархий *оценивается вероятность реализации каждого из контрастных сценариев*. Далее возможны два случая. Либо контрастные сценарии альтернативны и мы обязательно должны выбрать ровно один из них (например, выбор невестой одного из возможных женихов в моногамных странах). Таковым будет наиболее вероятный сценарий. Либо итоговое решение является неким компромиссом между рассматриваемыми альтернативами (например, государственный бюджет, принимаемый Госдумой с учетом влияния каждой из думских фракций). Для этого случая вводится понятие «обобщенного сценария». Обобщенный сценарий строится на основе контрастных с учетом вероятности осуществления каждого из них. В этом случае контрастные сценарии должны представлять собой некую полную (в некотором смысле) совокупность.

Для оценки вероятности осуществления различных сценариев строится *иерархия* из следующих уровней: *первичные факторы* (экономические, социальные, политические, технологические и т.п.); *акторы* (действующие лица); *цели акторов*; *политики* (возможные способы действия) *акторов*; *контрастные сценарии*; *обобщенный сценарий*. При необходимости количество уровней может быть увеличено или уменьшено.

Доминирование будет определяться ответами на следующие вопросы. Какой из первичных факторов оказывает большее влияние на будущее рассматриваемой системы? Кто из акторов оказывает большее влияние на тот или иной первичный фактор? Какая из целей важнее для того или иного актора? Какая из политик данного актора больше способствует достижению этим актором той или иной из своих целей? Осуществление какого из контрастных сценариев больше соответствует той или иной политике актора?

Рассчитанные по этой иерархии веса контрастных сценариев интерпретируются как вероятности их осуществления и используются либо непосредственно (для альтернативных сценариев), либо для синтеза обобщенного сценария.

Использование метода анализа иерархий для решения задач стратегического планирования

Описанное выше применение метода анализа иерархий для решения задач прогнозирования расширяется на задачи стратегического планирования. В МАИ стратегическое планирование понимается следующим образом.

В результате решения задачи прогнозирования мы оцениваем вероятность осуществления того или иного исследовательского сценария. В задаче стратегического планирования этот процесс называется *«первой прямой волной»*. Результат прямой волны – выбор наиболее вероятного сценария. Поскольку наиболее вероятный сценарий совсем не обязательно является наиболее желательным, возникает вопрос: а нельзя ли каким-либо способом увеличить вероятность того, что события будут развиваться в нужном нам направлении. Для поиска ответа на этот вопрос предназначена *«первая обратная волна»*. Она начинается с выбора наиболее желательного сценария и направлена на поиск таких политик, которые позволят увеличить вероятность осуществления именно этого сценария. Для этого строится *иерархия* из следующих уровней: *контрастные сценарии* (из них будет выбран наиболее желаемый); *проблемы*, мешающие осуществлению наиболее желательного для нас сценария; *акторы*, влияющие на решение

этих проблем (набор акторов может и не совпадать с набором акторов прямой волны); цели акторов; наши *политики*, которые призваны способствовать решению проблем, которые мешают осуществлению наиболее желательного для нас сценария. (К сожалению, МАИ не может дать никаких рекомендаций о том, какие это должны быть политики.) Результат обратной волны – новые политики, применение которых должно увеличить вероятность осуществления нужного нам сценария.

Обратим внимание на следующие детали. Прямая волна строилась «нейтрально», без выделения какого-либо актора. Все акторы были равноправны. Обратная волна строится с точки зрения какого-то актора. Появляются понятия «желательность сценария» (для кого?), «наши политики» (чьи?). И тем не менее, на обратной волне учитывается не только выбранный актор, но и другие действующие лица. Расчет прост. Если наши цели противоречат целям других акторов, другие акторы будут нам противодействовать. Поэтому желательно выбрать такие политики, которые будут наиболее приемлемы не только для нас, но и для других акторов.

Выбранные в результате обратной волны политики *добавляются в иерархию*, построенную для прямой волны, после чего проводится «*вторая прямая волна*». Ее цель – оценить, насколько политики, выбранные на обратной волне, приблизят желаемое для нас будущее. При необходимости можно провести вторую обратную волну, третью прямую и т.д. Существует способ оценки «сходимости» данного процесса.

Опыт применения МАИ, полученный магистрами кафедры математического обеспечения вычислительных систем Пермского государственного университета, показывает, что этот метод может быть успешно использован для выбора стратегии развития предприятий самого разного рода.

Пути уменьшения трудоемкости метода анализа иерархий

Одним из главных недостатков метода анализа иерархий является его чрезвычайно высокая «экспертность». Она связана с двумя моментами: необходимостью большого числа парных сравнений и несогласованностью (противоречивостью) экспертных оценок.

В качестве иллюстрации потребности в большом числе парных сравнений рассмотрим вышеупомянутую иерархию для решения задач прогнозирования. Саати позволяет каждому элементу иерархии иметь до 15 потомков. Пусть их будет только 7. Тогда анализ иерархии потребует заполнить 113 МПС размером 7х7: одна матрица для сравнения факторов, 7 – для оценки акторов относительно каждого из факторов, 7 – для сопоставления целей каждого из семи акторов, 49 МПС – для сравнения политик акторов по отношению к их целям (у семи акторов целей 49). 49 МПС – для оценки контрастных сценариев относительно 49 политик, которые могут быть реализованы акторами. При увеличении количества потомков до 10 количество МПС возрастает до 221, а размер матрицы – до 10х10.

Для снижения экспертной трудоемкости метода были предложены следующие механизмы:

- 1) построение МПС, согласованных «по построению»;
- 2) уменьшение числа сравнений за счет исключения из иерархии части элементов;
- 3) ускорение поиска несогласованностей в матрице парных сравнений, выбор элементов, согласование которых даст максимальный эффект.

Для построения МПС, согласованных «по построению», разработана специальная «таблица сложения сравнений» (ТСС).

Применение ТСС базируется на следующем факте. Рассмотрим тройку альтернатив a_i, a_j, a_k с весами p_i, p_j, p_k . Элементы МПС, соответствующие сравнению этих альтернатив друг с другом, будут равны $\frac{p_i}{p_j}, \frac{p_i}{p_k}$,

$\frac{p_j}{p_k}$. (в числителе – вес «элемента-строки», в знаменателе – вес «элемента-столбца»). Тогда после

заполнения экспертом любых двух элементов МПС возникает желание третий вычислить автоматически. Такому автоматическому вычислению препятствует нечеткость шкалы сравнений. Традиционная таблица умножения в данном случае не годится. Например, если a_i имеет очень слабое превосходство над a_j , a_j – среднее превосходство над a_k , то как оценить отношение a_i и a_k ? Для ответов на подобные вопросы была разработана специальная таблица «сложения сравнений». Таблица составлена в терминах качественной шкалы и предлагает для каждой пары «складываемых сравнений» диапазон возможных вариантов (очень слабое превосходство + очень слабое превосходство = от очень слабого до среднего превосходства, слабое превосходство + среднее превосходство = от средне-сильного до сильного превосходства и т.д.). Качество ТСС было проверено при автоматической генерации около 600 тыс. иерархий. Все полученные с ее помощью МПС имели хорошую степень согласованности (до 10%). (По Саати степень согласованности до 10% считается хорошей, до 20% – терпимой, свыше 20% – неприемлемой.)

При ручном заполнении МПС таблица сложения сравнений может использоваться для оперативного контроля действия эксперта. Начиная со 2-й строки, вводимые экспертом элементы МПС могут с помощью ТСС проверяться на соответствие ранее введенным значениям. Таким образом можно выявить несогласованность МПС непосредственно во время построения. При этом необходимо иметь в виду два момента. Во-первых, несоответствие «нижних» строк «верхним» может означать неточность как «внизу», так и «наверху». Нельзя считать «верхние» элементы «более правильными» только потому, что они были записаны ранее «нижних». Во-вторых, значения из ТСС являются не более, чем рекомендацией, которую эксперт волен принимать или не принимать.

Еще одним свойством МПС, которое хочется использовать для уменьшения нагрузки на эксперта при заполнении матрицы, является ее обратная симметричность (элементы, симметричные относительно главной диагонали, должны быть обратны: над диагональю – $\frac{p_i}{p_j}$, значит под диагональю – $\frac{p_j}{p_i}$). Кажется

естественным использовать эксперта для заполнения только одной половины матрицы, а вторую получить автоматически. Делать этого ни в коем случае нельзя! Как показывает опыт, при заполнении полной матрицы, называемые экспертом оценки далеко не всегда являются обратно симметричными. Более того, иногда оценка меняется не только количественно, но и качественно (при начальном сравнении $a_i > a_j$, при повторном – $a_j > a_i$). Поэтому обратную симметричность можно и должно использовать, но не для автоматизации заполнения МПС, а для контроля принимаемых экспертом решений.

Второй механизм – исключение из иерархии некоторых элементов – основывается на следующих рассуждениях. Качество вырабатываемых рекомендаций зависит (как минимум) от трех факторов: качества иерархии, квалификации эксперта и качества заполнения экспертом матриц парных сравнений. Увеличивая детальность иерархии, мы можем увеличить качество иерархии. Но при этом стремительно возрастает количество и размер МПС (пример был приведен выше). Соответственно, возрастает нагрузка на эксперта, их заполняющего. Для качественного выполнения работы требуется высококвалифицированный специалист. Время таких работников – дорого. Поэтому увеличение нагрузки ведет к сокращению внимания, уделяемого каждому конкретному вопросу, ведет к снижению качества

заполнения матриц. В результате может оказаться, что увеличивая детализацию иерархии, мы не повышаем, а понижаем качество модели.

Возникает вопрос: существует ли способ определить, какая степень детализации иерархии является наилучшей? Ответ будет содержать в себе противоречие: и нет, и да. Нет – потому что это невозможно сделать статически, в момент построения иерархии. Да – потому что это оказывается можно сделать динамически во время анализа иерархии, поэтапного продвижения от ее корневой вершины к концевым.

В ходе построения иерархии мы не имеем еще никакой информации о значимости того или иного ее элемента. Поэтому в это время у нас нет никаких оснований принимать решение о том, следует ли включать тот или иной элемент в иерархию или без него можно обойтись. Поэтому чем более подробная иерархия будет построена, тем лучше. Иное дело – динамика. Процесс анализа иерархии заключается в том, что мы двигаемся сверху вниз, заполняем матрицы парных сравнений и вычисляем сначала локальные, а потом и глобальные веса элементов. При этом элементы естественным образом кластеризуются (например, все акторы, все цели одного актора, все политики одного актора). Появляется возможность в каждом кластере отделить весомые, значимые элементы от незначимых. И незначимые – отбросить. Например, пусть первоначально мы включили в иерархию 10 акторов. После вычисления их глобальных весов выяснилось, что решение проблемы на 80% зависит только от четырех акторов (вес каждого – 15-25%), а суммарный вклад остальных шести акторов – 20% (вес каждого 3-4%). Возникает вопрос: стоит ли продолжать анализ этих шести акторов, если от них почти ничего не зависит?

Такое динамическое прореживание иерархии позволяет значительно сократить трудоемкость анализа. Без него анализ крупных иерархий становится попросту невозможным.

Прореживание иерархии приводит к вопросу о корректности этого действия, о том, какое влияние оно окажет на конечный результат. Как скажется исключение того или иного элемента на весах контрастных сценариев, т.е. на тех рекомендациях, которые будут выработаны в результате применения МАИ? В приведенном нами примере картина была достаточно ясна, разрыв между лидерами и аутсайдерами достаточно велик как по их индивидуальным весам (15-20% против 3-4), так и по суммарным (80% против 20). В практических задачах картина не всегда настолько контрастна. Отсюда – два вопроса, ответы на которые должны определять допустимость прореживания. Как скажется на конечном результате отбрасывание элемента с тем или иным весом? (Элементы какого веса еще можно отбросить, а какого – уже нельзя?) Как скажется на конечном результате отбрасывание группы элементов с тем или иным суммарным весом? (Каков может быть суммарный вес отбрасываемых элементов?)

К сожалению, точных ответов на эти вопросы пока не найдено. По полученным оценкам в случае отбрасывания акторов с суммарным весом в 10% вероятность смены лидера в списке контрастных сценариев составляет около 5%. При отбрасывании 20% эта вероятность возрастает до 10%. При отбрасывании 30% – до 15%. При отбрасывании 40% – до 20%.

Поскольку оценка влияния прореживания на конечный результат неточна, было предложено заменить прореживание более мягкой операцией – сверткой. Заключается она в том, что часть наименее значимых элементов кластера исключается из рассмотрения, но «не совсем». Вместо них в кластер включается новый элемент с именем «И другие» и с весом, равным суммарному весу исключенных элементов. Таким образом, исключенные элементы продолжают влиять на принятие решения. Но поскольку все они свернуты в один единственный элемент, их дальнейший анализ уже не требует трудозатрат. (Свернув акторов-аутсайдеров, мы избавляемся о необходимости анализировать их цели и политики.) В том случае, если элемент «Другие» должен появиться в МПС, во всех позициях строки и столбца матрицы, относящихся к этому элементу, ставится одно и то же «нейтральное» значение, не влияющее на веса остальных элементов ($1/n$, где n – количество сравниваемых альтернатив).

Как показывает опыт, замена прореживания на свертку всегда приводит к некоторому «сглаживанию» результатов. Разница между весами контрастных сценариев становится менее ощутимой. Примерно в 10% случаев прореживание и свертка приводят к существенно разным результатам: к тому, что у контрастных сценариев не просто меняются веса, а в списке контрастных сценариев происходит смена лидера.

Третий механизм сокращения экспертоемкости связан с устранением несогласованностей в МПС. Как уже было сказано выше в разделе, посвященном описанию метода, рекомендации по этому поводу приведены в работах [Митягин, 2001; Плаксин, 2005].

Библиографический список

[Митягин, 2001] Митягин М.В., Плаксин М.А. Некоторые усовершенствования метода анализа иерархий // Математика программных систем: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т, Пермь, 2001. С. 56-66.

[Плаксин, 2005] Плаксин М.А. Некоторые трудности применения метода анализа иерархий и пути их преодоления // Первая международная конференция «Системный анализ и информационные технологии» САИТ-2005 (12-16 сентября 2005 г., Переславль-Залесский, Россия): Труды конференции. В 2 т. Т. 1. М.: КомКнига, 2005. С. 291-297

[Саати, 1991] Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. М.: "Радио и связь", 1991. 224 с.

[Саати, 1993] Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: "Радио и связь", 1993. 320 с.

Сведения об авторах

Михаил Плаксин – Пермский государственный университет, доцент кафедры математического обеспечения вычислительных систем; Россия, г. Пермь, 614990, ул. Букирева, д. 15; e-mail: mapl@list.ru.