

МОДЕЛЬ ПОСРЕДНИЧЕСКОГО ОПЕРАТОРА 6PL

© 2015 А.В. Иващенко¹, М.В. Андреев¹, А.Р. Диязитдинова²

¹Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

²Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара

Поступила в редакцию 30.07.2015

В статье по аналогии с логистическим оператором 5PL предлагается реализовать концепцию 6PL, в основе которой лежит метод кондиционального управления взаимодействием в многоакторной интегрированной информационной среде. Предлагается модель 6PL-оператора. На уровне 6PL производится формирование условий взаимодействия участников логистической цепи поставок в интегрированной информационной среде. Приводится перечень компонентов программной платформы, реализующей концепцию оператора 6PL.

Ключевые слова: интеллектуальные системы управления, единое информационное пространство, мультиагентные технологии, логистические цепи поставок, уровни логистических услуг, 5PL, 6PL.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных аспектов применения информационных технологий для управления цепями поставок (Supply chain management) является возможность организации взаимодействия поставщиков и потребителей в едином информационном пространстве [1, 2]. Многие предприятия при решении этой задачи активно используют сеть Интернет для обеспечения своевременного доступа к возможным потребителям и сохранения своей конкурентоспособности. В этой ситуации поставщики и потребители продукции образуют виртуальное сообщество, обладающее свойствами самоорганизации, которое представляет собой интересный объект для исследования. Члены такого сообщества в ходе достижения своих целей постоянно выстраивают новые отношения и вступают в информационное взаимодействие. В результате они могут объединяться, изменять собственный интерес и оказывать влияние на действия друг друга. В частности, некоторые из них могут выступать в качестве посредников, получая определенную выгоду от выстраивания отношений между членами виртуального сообщества путем передачи соответствующей информации.

Развитие сферы логистических услуг, появление новых уровней логистического сервиса (1PL – 5PL, PL – Party Logistics) тесно связано с широким применением информационных тех-

нологий и современных методов управления сложными организационными системами на их базе. Виртуализация взаимодействия поставщиков и потребителей логистических услуг, поддержанный свободным обменом актуальной информацией в сети Интернет, требует новых подходов к организации этого взаимодействия, для реализации которых необходимо разработать современное программное обеспечение. В данной статье предлагается модель 6PL оператора, в основе которой лежит метод кондиционального управления взаимодействием в многоакторной интегрированной информационной среде [3].

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПОСРЕДНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ЛОГИСТИКЕ

Вопросы организации и управления посреднической деятельностью достаточно полно освещаются в экономической теории [4]. При этом под посреднической обычно понимается форма предпринимательской деятельности, заключающаяся в способствовании налаживанию связей между производителями и потребителями [5]. Также отмечается, что сущность и содержание посреднических услуг по своей природе во многом сходны с консалтинговой деятельностью, так как компетентному посреднику помимо своей основной деятельности часто приходится выполнять функции консультанта [6]. В рамках указанного направления в основном изучаются потоки материальных объектов, методы управления которыми не могут быть прямо использованы при организации информационного взаимодействия.

В рамках теории управления социальными и экономическими системами следует упомянуть работы [7, 8]. Методы и модели информационного управления позволяют решить многие задачи ор-

Иващенко Антон Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры информационных систем и технологий. E-mail: anton.ivashenko@gmail.com

Андреев Михаил Владимирович, аспирант кафедры информационных систем и технологий.

Диязитдинова Альфия Радмировна, кандидат технических наук, доцент кафедры экономических и информационных систем.

ганизации социальных сетей в Интернете с учетом человеческого фактора, что может быть полезно при организации единого информационного пространства логистической цепи поставок.

Распространена следующая классификация логистических операторов [1, 2] в контексте управления цепочками поставок. 1PL – это автономная логистика, в которой все операции выполняет организация – заказчик; 2PL предполагает привлечение сторонней организации для выполнения работ определенного типа; 3PL предусматривает использование субподрядчиков; 4PL решает задачи формирования цепи поставок, планирования, управления и контроля процессов в нескольких логистических организациях. 5PL обеспечивает организацию логистического аутсорсинга за счет использования глобального информационного пространства. Деятельность 5PL провайдера (оператора) основана на использовании комплекса современных информационных технологий. Таким образом, 5PL оператор управляет в основном потоками информации о заказах, ресурсах, планах и фактическом состоянии транспортной сети. Модели управления интерактивной диспетчеризацией в рамках 5PL рассматривались в работах [9, 10].

Деятельность оператора 5PL основана преимущественно на использовании современных информационно-коммуникационных технологий и приводит к появлению следующих тенденций в управлении транспортными ресурсами:

- кооперация компаний – участников цепи поставок с целью агрегации доступных ресурсов и широкое применение принципов аутсорсинга: компании могут передавать заказы частично или полностью на исполнение субподрядчикам;

- преимущественно информационное взаимодействие заказчиков и исполнителей, которое приводит к ускорению процесса принятия решений и возможности реализации сложных комбинаций;

- поддержка модели SAAS (Software as a service) на техническом и экономическом уровнях, что упрощает привлечение новых контрагентов и обеспечивает относительную свободу выбора заказов исполнителями;

- жесткий контроль исполнения заказов за счет мониторинга текущего состояния;

- распределение и децентрализация процесса принятия решений.

Автоматизация деятельности оператора 5PL имеет ряд особенностей, главная из которых заключается в неопределенности состава ресурсов, доступных для выполнения постоянно пополняющегося потока заказов и связанная с ней необходимость привлечения в основном сторонних перевозчиков. С другой стороны, решения по назначению заказов должны согласовываться с конечными исполнителями.

Возможность развертывания открытых площадок для взаимодействия участников логистической цепи поставок на базе информационных порталов в сети Интернет позволяет существенно повысить скорость коммуникаций между акторами, что в свою очередь способствует формированию открытого единого информационного пространства, объединяющего всех акторов производственной сети в виртуальное сообщество. В рамках данного информационного пространства могут возникать взаимодействия между акторами, которых ранее не были знакомы друг с другом и потенциально могли бы находиться в неведении о существовании друг друга на протяжении долгого времени. А в текущем контексте, в рамках сложившихся обстоятельств могут представлять интерес друг для друга. Возникновение таких разовых взаимодействий позволяет говорить об оперативности принимаемых решений уровне 5PL.

При всех достоинствах рассмотренных уровней логистики, в них не решается вопрос формирования устойчивых взаимодействий. Если оперативный уровень позволяет решать текущие задачи акторов, актуальные на данный момент времени, то вопросы перспективного развития самой производственной сети остаются не решенными. Необходимо отметить, что принимаемые решения на оперативном уровне могут рождать различные процессы, которые могут привести как развитию производственной сети, так и ее краху. Например, высокая скорость выполнения операций на новейшем оборудовании при полной загрузке в начале цепочки операций может привести к затовариванию, которое возможно так и останется не востребованным. В результате можно наблюдать перерасход материалов и заготовок, увеличение занимаемого места на складе.

МОДЕЛЬ ОПЕРАТОРА 6PL

Выделим два типа объектов управления: организации (производственные центры) и поступающие заказы.

Обозначим множество производственных центров как $U = \{u_i\}$, где $i=1...N$. Обозначим множество заказов через $B = \{b_j\}$, где $j=1...M$ – номер Заказа. Процесс изготовления b_j представлен соответствующим множеством операций $W_j = \{w_{jk}\}$, где $j=1...M$ – номер заказа, $k=1...K_j$ – номер операции для изготовления заказа j .

Для линейных цепочек поставок задано условие следования: w_{jk} предшествует $w_{jk'}$, если $k < k'$. Для того, чтобы рассматривать изменение модели во времени введем события:

- изменение состояния операций
- событие $gen(w_{jk}, t_{jk}^{gen})$ – появление w_{jk} в момент t_{jk}^{gen} ;

- событие $op(c_{jk}^i, t_{jk}^i)$ – предложение опции (варианта) от u_i со стоимостью c_{jk}^i ;
- событие $alloc(c_{jk}^i, t_{jk}^{alloc})$ – закрепление выполнения операции за u_i ;
- событие $dec((c_{jk1}, w_{jk1}), (c_{jk2}, w_{jk2}), \dots, (c_{jkl}, w_{jkl}), t_{jk}^{dec})$ – декомпозиция исходной операции w_{jk} на подоперации с соответствующими им стоимостями;
- событие $start(u_i, w_{jk}, t_{jk}^{start})$ – начало выполнения u_i операции w_{jk} ;
- событие $exec(u_i, w_{jk}, t_{jk}^{exec})$ – выполнение u_i операции w_{jk} .
- изменение состояния контрактных отношений
- $rel_c(u_i, u_j)$ – создание контрактного отношения между u_i и u_j ;
- $rel_m(u_i, u_j)$ – изменение контрактного отношения между u_i и u_j ;
- $rel_d(u_i, u_j)$ – разрушение контрактного отношения между u_i и u_j ;

Приведем пример последовательности таких событий: $gen(w_{jk}, t_{jk}^{gen}), op(c_{jk}^1, t_{jk}^1), op(c_{jk}^2, t_{jk}^2), op(c_{jk}^3, t_{jk}^3), alloc(c_{jk}^2, t_{jk}^{alloc}), start(u_2, w_{jk}, t_{jk}^{start}), exec(u_2, w_{jk}, t_{jk}^{exec})$.

Одной из предпосылок для построения 6PL является инфраструктурный уровень принятия решений. В соответствии с этим, введем инфраструктурные отношения:

- $rel_{alt}(u_i, u_j)$ – отношение сходного/смежного производства (одно предприятие может выполнять частично работы другого предприятия);
- $rel_{sup}(u_i, u_j)$ – отношение поставщик-потребитель (производимые изделия в u_i используются в u_j), данное отношение говорит о возможности взаимодействий между организациями, но не о наличии контрактного отношения;
- $rel_{geo}(u_i, u_j, d_{ij})$ – отношение георасположения, где d_{ij} – расстояние между u_i и u_j .

Отметим, что для выполнения заказа могут быть доступны несколько предприятий и заказчику необходимо выбрать какому предприятию отдать (аллоцировать) заказ. Пусть c_{ijk} – стоимость выполнения w_{jk} производственным центром u_i . Введем функцию аллоцирования $A(w_{jk}, u_i) = \{0, 1\}$. $A(w_{jk}, u_i) = 1$, если производственный центр i выполняет операцию w_{jk} и $A(w_{jk}, u_i) = 0$, если производственный центр i не выполняет операцию w_{jk} . Обозначим $a_{ijk} = A(w_{jk}, u_i)$.

Введем ключевой показатель эффективности всей производственной сети – стоимость C выполнения всех заказов. Отметим при этом, что необходимо найти такие значения a_{ijk} , при которых:

$$C = \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^{K_j} \sum_{i=1}^N c_{ijk} a_{ijk} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где c_{ijk} – стоимость выполнения операции w_{jk} производственным центром u_i . В этом смысле задача формулируется как поиск такой $A(w_{jk}, u_i)$, которая обеспечит минимум выражения (). Пусть прибыль производственного центра будет линейно зависеть от стоимости заказа. Тогда для актора i прибыль напрямую зависит от следующего показателя :

$$C_{u_i} = \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^{K_j} c_{ijk} a_{ijk} \rightarrow \max. \quad (2)$$

Необходимо отметить, что ключевые показатели () и (), которые соответственно задаются для всей производственной сети и её акторов противоречивы. При наличии монополии на рынке выражение () ослабляется, а выражение () может достигать неограниченных значений. Именно поэтому целесообразно развивать гибкость производства, формировать дополнительные резервы, производить аналитику узких мест (как объемно-временных, так и ценовых).

Вместе с тем только аллоцирование операций по организациям с минимальной стоимостью операций не может гарантировать минимум (), так как фактические операционные издержки могут быть оценены по факту выполнения работ. В этом смысле стоимость работы формируется как:

$$c_{ijk} = c_{ijk}^m + c_{ijk}^{op}. \quad (3)$$

В формуле () c_{ijk}^m – стоимость материалов, деталей; c_{ijk}^{op} – операционные расходы. Если c_{ijk}^m можно предварительно оценить, то операционные расходы c_{ijk}^{op} связаны не только с деятельностью самой организации, но и с взаимодействием с другими организациями. Это вынуждает предприятия закладывать более высокие значения c_{ijk} , чтобы снизить риски, а это увеличивает показатель C выполнения всех заказов. В связи с этим, покажем необходимость формирования ритмичного взаимодействия – переходу к контрактным отношениям.

Рассмотрим две организации u_i и u_j , связанные отношением $rel_{sup}(u_i, u_j)$. Предположим, что данные организации независимо друг от друга работают максимально эффективно, то есть максимизируют свои индивидуальные показатели (). Определим интервал времени Δt , через который равномерно будем замерять количество произведенных изделий u_i и количество использованных (потребленных) в u_j . В случае, если организация u_i производит больше, чем u_j потребляет, то издержки u_i будут расти, так как часть изделий будет не востребовано и их необходимо где-то хранить, что связано с добавлением к операционным расходам стоимости хранения. В ситуации, когда изделия не смогут помещаться в

u_i , изменения коснуться и инфраструктуры – потребуется транспортировка на удаленный склад, что еще более значительно увеличит расходы. Возможна, ситуация, когда u_j способна взять в работу больше изделий, чем u_i производит. В этом случае, у u_j будут простои, что может увеличить расходы со стороны u_j . Необходимо отметить, что в случае если ритмы работы u_i и u_j в контексте взаимодействий сбалансированы, издержки на взаимодействие будут минимальны.

В соответствии с вышесказанным, кроме эффективности аллоцирования, необходимо рассматривать эффективность взаимодействия акторов. Для этого введем показатель издержек взаимодействия:

$$R(u_{i1}, w_{jk-1}, u_{i2}, w_{jk}) = R^-(u_{i1}, w_{jk-1}, u_{i2}, w_{jk}) + R^+(u_{i1}, w_{jk-1}, u_{i2}, w_{jk}), \quad (4)$$

где $R^+(u_{i1}, w_{jk-1}, u_{i2}, w_{jk})$ – показатель перепроизводства u_i , а $R^-(u_{i1}, w_{jk-1}, u_{i2}, w_{jk})$ – показатель недозагрузки. Определим как они будут рассчитываться.

$$R^+(u_{i1}, w_{jk-1}, u_{i2}, w_{jk}) = F_c^+(exec, u_{i1}, w_{jk-1}) - F_c^+(start, u_{i2}, w_{jk}). \quad (5)$$

Функционал $F_c^+(exec, u_{i1}, w_{jk})$ определяется как:

$$F_c^+(exec, u_i, w_{jk}) = \left| \{e \mid \exists(u_i, w_{jk}, t) : \exists e(u_i, w_{jk}, t) \in E_{exec}\} \right|; \quad (6)$$

$$F_c^+(start, u_i, w_{jk}) = \left| \{e \mid \exists(u_i, w_{jk}, t) : \exists e(u_i, w_{jk}, t) \in E_{start}\} \right|. \quad (7)$$

$$E_{exec} = \{exec(u_i, w_{jk}, t)\}; \quad (8)$$

$$E_{start} = \{start(u_i, w_{jk}, t)\}. \quad (9)$$

Формулы (6) и (7) рассчитывают количество событий $exec(u_i, w_{jk}, t_{jk}^{exec})$ и $start(u_i, w_{jk}, t_{jk}^{start})$ соответственно. Другими словами, по формуле (6) вычисляется разница между количеством событий окончания выполнения предыдущей и начале выполнения следующей операции.

Определим показатель недозагрузки. Так как потенциальную возможность выполнения операций (сколько операций необходимо выполнить u_j , чтобы не было простоев) оценить затруднительно, будем рассматривать время отклика между событиями:

$$R^-(u_{i1}, w_{jk-1}, u_{i2}, w_{jk}) = \begin{cases} 1, & \text{если } t_{jk}^{start} - t_{jk-1}^{exec} \leq \Delta t \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (10)$$

Δt может быть определено статистически на основе распределения времен откликов данных событий.

Показатель издержек взаимодействий 6PL в целом может быть задан следующим образом:

$$R = \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^{K_j} \sum_{i1=1}^N \sum_{i2=1}^N R^-(u_{i1}, w_{jk-1}, u_{i2}, w_{jk}) + R^+(u_{i1}, w_{jk-1}, u_{i2}, w_{jk}) \rightarrow \min. \quad (11)$$

С учетом выше сказанного, задача может быть сформулирована в следующем виде: эффективное аллоцирование заказов по предприятиям и повышение эффективности взаимодействия между предприятиями, а именно: минимизации выражения (11) путем поиска $A(w_{jk}, u_i)$ и минимизация показателя издержек взаимодействия R (11) путем формирования контрактных отношений, согласовывающие ритмы предприятий.

РЕАЛИЗАЦИЯ ОПЕРАТОРА 6PL

На уровне 6PL производится формирование условий взаимодействия участников логистической цепи поставок в интегрированной информационной среде. Эти условия выражаются в виде контрактных отношений, отражающих устойчивое взаимодействие между акторами. Такие контрактные отношения могут формироваться, в том числе, и на основе разовых взаимодействий, представляя собой эволюцию единичных взаимодействий во времени, связанных между собой в группу единой целью или задачей.

На рис. 1 представлена иллюстрация предлагаемого решения. Оператор 5PL, имея в своей основе программную платформу для реализации взаимодействия участников логистической цепи поставок в едином информационном пространстве, формирует варианты исполнения заказов и предлагает их акторам. Оператор 5PL реализует информационное управление. Предложения формируются на основе анализа текущей ситуации, таким образом, обеспечивается оперативное управление взаимодействием акторов.

В отличие от логики оператора 5PL, который не изменяет условия взаимодействия и не ограничивает принятие решений акторами, оператор 6PL может формировать новые контрактные отношения, которые определяют долгосрочную кооперацию или конкуренцию между акторами. Деятельность оператора 6PL также основывается на программном обеспечении, которое реализует системное управление взаимодействием на основе анализа статистики взаимодействия.

Предлагаемая модель 6PL-оператора включает информационную среду оператора 5PL, так как основой для формирования устойчивых взаимодействий является оперативные взаимодействия, и инфраструктурный уровень принятия решений 4PL, необходимый для взаимодействий в рамках информационного пространства цепочек поставок. Результатом работы предлагаемой модели являются контрактные отношения, определенные выше, а также оперативное информационное взаимодействие, находящееся в тесной связи с контрактными отношениями.

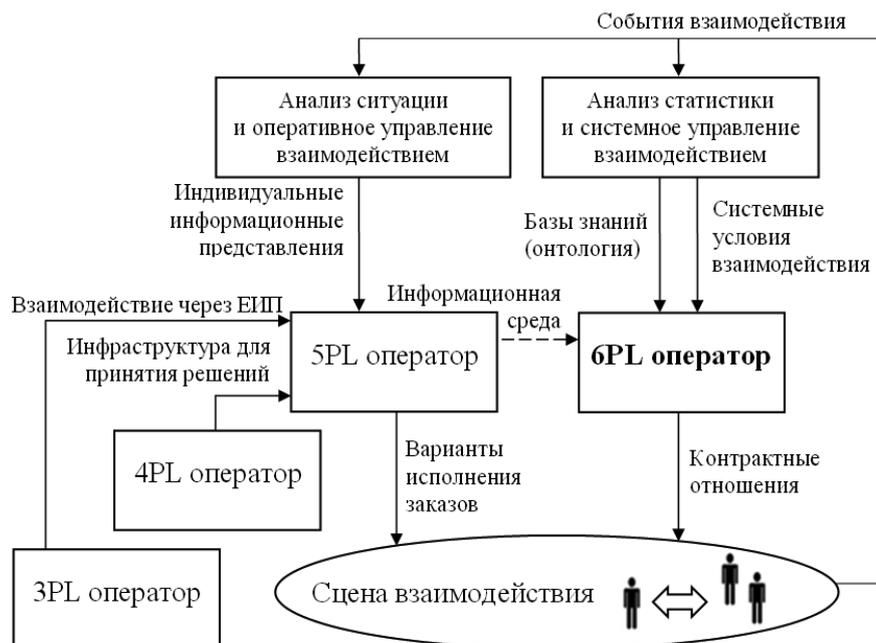


Рис. 1. Оператор 6PL в управлении взаимодействием в логистической цепи поставок

Отметим, что автономность акторов повышается с ростом уровня логистики – чем выше уровень логистики, тем более самостоятельны предприятия. Эволюция логистики с точки зрения возможности формирования кооперации описана на рис. 2. Ориентация на конкретных заказчиков в 1PL и 2PL сильно ограничивает предприятия в кооперации с другими участниками. Это означает, что на уровнях 1PL и 2PL информационное пространство достаточно жесткое. На уровне 3PL можно в полную силу говорить об аутсорсинге, а значит и о полноценной кооперации участников и построении единого информационного пространства. Новые уровни 5PL и 6PL основаны на свободном взаимодействии автономных акторов в едином информационном пространстве.

Предложенная концепция оператора 6PL может быть реализована лишь с помощью программной платформы, функциональность которой включает следующее:

Подсистема оперативного управления взаимодействием;

Подсистема статистического анализа событий взаимодействия и поиска закономерностей;

Мультиагентная подсистема моделирования взаимодействия участников логистической цепи поставок в интегрированной информационной среде;

Подсистема поддержки принятия решений по формированию условий взаимодействия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье предложена модель посреднического оператора 6PL для реализации управления в логистической цепи поставок. Программная

платформа 6PL может быть использована в системах управления ресурсами логистической цепи поставок, системах производственного планирования, Интернет порталах, системах управления посреднической деятельностью. Программная платформа 6PL позволяет реализовать имитационное моделирование процессов взаимодействия участников логистической цепи поставок, производить анализ статистики взаимодействия и формировать условия взаимодействия, учитывая автономность акторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hickson A., Wirth B., Morales G. Supply chain intermediaries study, University of Manitoba Transport Institute, 2008. 56 p.
2. Бауэрсекс Доналд Дж., Клосс Дэвид Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2010. 640 с.
3. Иващенко А.В. Метод кондиционального управления взаимодействием в мультиагентной среде // Системы управления и информационные технологии, 2013. № 1. С. 39-43.
4. Чернова Д.В., Токманев С.В. Комплексная оценка экономической эффективности управления запасами оптово-посреднических организаций // Вестник Самарского государственного экономического университета, 2009. № 10 (60). С. 107-110
5. Посреднические услуги [Электронный ресурс] / Словарь по экономике и финансам. «Глоссарий Ру». URL: http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?RPuxwlkto,lxqol!zxrzjo (дата обращения 12.06.2015).
6. Шаго Е.В. Консалтинг в сфере посреднических услуг // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова, 2006. № 3. С. 105-111
7. Воронин А.А., Губко М.В., Мишин С.П., Новиков Д.А. Математические модели организаций: Учебное

- пособие. М.: ЛЕНАНД, 2008. 360 с.
8. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. М.: Издательство физико-математической литературы, 2010. 228 с.
 9. Иващенко А.В., Пейсахович Д.Г. Метод проактивной диспетчеризации в информационной среде для транспортных операторов 5PL // Информационные технологии, 2014. № 3. С. 49-54.
 10. Ivaschenko A. Multi-agent solution for business processes management of 5PL transportation provider // Lecture Notes in Business Information Processing, Vol. 170, Springer International Publishing. Pp 110-120.

A MODEL FOR 6PL INTERMEDIARY OPERATOR

© 2015 A.V. Ivaschenko¹, M.V. Andreev¹, A.R. Diyazitdinova²

¹ Samara State Aerospace University named after Academician S.P. Korolyov
(National Research University)

² Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara

In this paper by analogy with 5PL provider it is proposed to implement a new concept for 6 Party Logistics (6PL) based on the technology of management by conditions in multi-actor integrated information space. A 6PL provider model is proposed. On the level of 6PL there are formed the conditions of logistics supply chain members interaction in integrated information space. There is provided a list of components of software that implements a concept of 6PL provider.

Keywords: intelligent control systems, solid information space, multi-agent technologies, supply chains, logistics parties, 5PL, 6PL.

*Anton Ivaschenko, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Information Systems and Technologies Department.
E-mail: anton.ivashenko@gmail.com*

Michael Andreev, Graduate Student at the Information Systems and Technologies Department

Alfiya Diyazitdinova, Candidate of Technics, Associate Professor at the Economical and Information Systems Department