

На правах рукописи

**АНАНИЧЕВ
Дмитрий Алексеевич**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Специальность: 05.02.22 – Организация производства
(текстильная и легкая промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург
2017

Работа выполнена в научно-исследовательском институте информационных систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»

Научный руководитель: **Архипов Александр Валентинович**, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», директор научно-исследовательского института информационных систем

Официальные оппоненты: **Коновалов Александр Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», профессор кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности

Романова Алла Александровна
кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского», доцент кафедры физики

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

Защита состоится 30 мая 2017 года в 12 часов на заседании диссертационного совета Д 212.236.07 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» по адресу: 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18, ауд. 241.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» по адресу: 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18, <http://www.sutd.ru>

Автореферат разослан « » апреля 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Переборова Нина Викторовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Для решения задач управления на любом уровне хозяйственной иерархии необходима информация об обеспеченности проектов планами необходимыми ресурсами. На уровне предприятий проблема обеспеченности становится предельно конкретной: в каждый момент времени известны потребности производства или иной деятельности в определенных ресурсах и их наличные количества, а значит, размеры дефицита и излишков по всем видам ресурсов. На основе этой информации принимаются решения, которые должны способствовать достижению целей деятельности и нормативных значений эффективности использования ресурсов. Характер и качество решений зависит от уровня обеспеченности ресурсами, а также от точности измерения показателей. Проблема измерения усложняется, если необходимые ресурсы связаны: являются дополняющими друг друга и/или взаимозаменяемыми. В связи с этим представляется важной и актуальной задачей разработка добротных методик выполнения указанных измерений с учетом условий, характерных для различных предприятий и организаций. Такая задача рассматривается в данной диссертационной работе.

Используемые в деятельности предприятий и организаций ресурсы различны по своей экономической роли в производственных процессах. В особую группу правомерно выделить элементы основных средств, например, технологическое оборудование, производственные помещения, транспортные средства, элементы инфраструктуры предприятия, а также в некоторых случаях отдельные категории производственного персонала, некоторые виды информационных ресурсов и т. п. Подобные ресурсы названы в данной работе технологическими. Дефицит или излишек (резерв) технологических ресурсов сказываются на эффективности деятельности предприятия. Поэтому возникает задача оценки и поддержания на нужном уровне степени взаимного соответствия характеристик наличных технологических ресурсов и требований к выпуску продукции, выдвигаемых при планировании. Эта задача связана с задачей оценки обеспеченности ресурсами и является ее расширением. Она также рассматривается в диссертации. Решение указанных задач открывает возможность обосновать выполнимость планов и направлений коррекции ресурсной базы предприятия и/или продуктовой политики с целью повышения эффективности деятельности. Этим определяется актуальность и практическое значение темы диссертации.

Степень разработанности научной проблемы. Вопросам исследования ресурсного обеспечения экономической деятельности и смежным с ними посвящено большое количество работ. Ресурсы, как взаимодействующие на рынке агенты, явно или неявно фигурируют в моделях равновесия на макро- и микроэкономическом уровнях, отражая всегда имеющее место противоречие между потребностями (спросом) и возможностями их удовлетворения (доступными ресурсами). Развивается «ресурсная теория» экономики (Клейнер Г.Б., Каткало В.С., многие зарубежные авторы). Известно фундаментальное исследование явления дефицита, проведенное Я. Корнаи применительно к условиям централизованного управления экономикой. Результаты этого исследования в методологическом и «инструментальном» отношении, особенно в сфере организации производства, не потеряли своего значения и для рыночных условий.

Вопросы управления ресурсами рассматриваются в моделях планирования деятельности предприятий. При этом, особенно в задачах оперативно-календарного планирования и организации производства часто появляется необходимость измерения обеспеченности ресурсами более детально и с повышенной точностью. В литературе по теории и практике формирования календарных планов (производственных расписаний) эти вопросы раскрыты недостаточно. Обширная практика решения задач управления ресурсами нашла отражение в функциях современных информационных систем классов ERP/MRP, которые, реализуя

процедуры учета различных видов ресурсов, создают необходимую информационную базу для аналитических и плановых расчетов. Однако, методическое обеспечение таких расчетов представлено в этих системах недостаточно.

Проблемы планирования на уровне предприятий легкой промышленности и других отраслей и производственных комплексов, в том числе, с использованием критериев внутренней сбалансированности разрабатывались в Санкт-Петербургском государственном университете промышленных технологий и дизайна, в Московском государственном университете дизайна и технологии, в Санкт-Петербургском государственном экономическом университете, в ЦНИИ швейной промышленности, других вузах и отраслевых институтах. Этой тематике и смежным вопросам посвящены работы А.А. Алексеева, А.В. Андрюхина, А.В. Архипова, А.М. Збарского, А.Е. Карлика, А.А. Корниенко, С.К. Лазариди, М.В. Монастырской, А.Б. Титова, М.Н.Титовой, В.В. Трофимова и других ученых. Вопросами создания новых технологий, рациональной организации производственных процессов и эффективного использования ресурсов на предприятиях текстильной и легкой промышленности занимались Т.Н. Архипова, А.Я.Измутьева, П.П. Кокеткин, А.С. Коновалов, А.Г. Макаров, Н.С. Макеева, В.Е. Мурыгин, Л.Н. Никитина, Ю.В. Пархоменко, А.А. Романова, В.А. Сучилин и другие авторы. Однако задачи измерения обеспеченности планируемых работ ресурсами и оценки взаимного соответствия (сбалансированности) характеристик технологических ресурсов и требований плана деятельности предприятия в общих постановках не изучались.

Таким образом, можно заключить, что, несмотря на внимание к различным аспектам проблемы ряд вопросов измерения, анализа и использования оценок обеспеченности работ технологическими ресурсами в системе внутрифирменного планирования предприятий, в том числе текстильной и легкой промышленности остается нерешенным и требует дальнейшей разработки.

Цели и задачи диссертации. Целью диссертации является разработка теоретических положений, инструментов и практических рекомендаций, направленных на совершенствование управления технологическими ресурсами в системе внутрифирменного планирования предприятий и организаций на основе развития методов измерения и анализа степени обеспеченности ресурсами и соответствия ресурсной базы требованиям формируемых планов.

Научные и практические задачи исследования:

- исследовать содержание характерных задач управления технологическими ресурсами, включающими в себя разнородные виды ресурсов, объединенных функцией обеспечения нормативного хода производственных процессов;
- разработать подход и конкретный инструментарий для анализа погрешностей измерения уровня обеспеченности, присущих традиционному подходу, основанному на сопоставлении наличного количества ресурса и потребности в нем;
- исследовать вопрос измерения и оценки обеспеченности работ независимыми друг от друга (автономными) ресурсами; разработать модель задачи измерения и процедуру получения результата с повышенной точностью;
- исследовать вопрос измерения и оценки обеспеченности работ ресурсами, связанными отношениями взаимной дополняемости (требование комплектности, соответствия рецептуре, спецификации и т.п.) и взаимозаменяемости. Для этих случаев разработать постановки задач и методы решения;
- показать связь задач оценки обеспеченности плановых работ ресурсами с вопросами оценки эффективности деятельности; разработать метод оценки технологической эффективности с учетом требований к выполнению плана и степени использования ресурсов;
- показать роль взаимного соответствия характеристик ресурсной базы предприятия и требований, выдвигаемых при планировании к составу, объемам и графикам выполнения работ. Разработать формальный критерий и подход к

количественной оценке меры указанного соответствия;

– разработать подход и конструктивный метод оценки степени взаимного соответствия характеристик технологических комплексов (системы машин, парка оборудования, фонда производственных помещений) и требований к графику выполнения работ в системе календарного планирования на промышленном предприятии;

– показать практическую полезность разработанных подходов и методов на примерах решения задач управления технологическими ресурсами в условиях конкретных предприятий и организаций.

Объектом исследования являются предприятия текстильной, легкой и других отраслей промышленности и непромышленной сферы, использующие в своей деятельности различные виды технологических ресурсов.

Предметом исследования являются управленческие отношения, возникающие в системах внутрифирменного планирования деятельности предприятий в части, относящейся к анализу и планированию уровня обеспеченности технологическими ресурсами и их эффективного использования.

Теоретической и методологической основой исследования являются положения экономической теории, методология экономико-математического моделирования и анализа управленческих решений, экономических измерений, планирования деятельности предприятий, концепции управления технологическими ресурсами.

Информационной базой исследования послужили опубликованные данные исследований по теме диссертации и смежным вопросам, материалы конференций, интернет-ресурсы, фактический материал, полученный автором при исследовании практических аспектов планирования использования ресурсов на предприятиях текстильной, легкой и других отраслей промышленности.

Соответствие диссертации Паспорту научной специальности. Содержание диссертации соответствует Паспорту специальности 05.02.22 – Организация производства (текстильная и легкая промышленность), разделам: 2 – разработка методов и средств эффективного привлечения и использования материально-технических ресурсов; 8 – развитие теоретических основ и практических приложений организационно-технологической и организационно-экономической надежности производственных процессов; 11 – разработка методов и средств планирования и управления производственными процессами и их результатами.

Научная новизна результатов исследования заключается в разработке новых подходов и конструктивных методов решения в составе системы организации и планирования предприятий задач измерения и оценки уровня обеспеченности планируемых работ технологическими ресурсами и уровня взаимного соответствия характеристик ресурсной базы и требований к плану выполнения работ.

Наиболее существенные результаты, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем:

- раскрыто содержание и сформулирован подход к решению важного вида задач управления классом ресурсов, обозначенных термином *технологические ресурсы* и выполняющих функции обеспечения нормативного хода производственных процессов;

- разработан метод измерения с повышенной точностью и оценки обеспеченности работ независимыми друг от друга (автономными) ресурсами. Метод отличается от известных использованием понятия *непродуктивный резерв*, определяющего величину погрешности измерения обеспеченности работ ресурсами;

- разработаны методы для измерения и оценки обеспеченности работ ресурсами, связанными отношениями взаимной дополняемости и взаимозаменяемости. Методы отличаются тем, что наряду с оценками обеспеченности позволяют установить рациональные варианты использования

наличных ресурсов;

- разработан метод оценки технологической эффективности, отличающийся учетом оценок результативности (степени достижения целевых (плановых) показателей) и степени использования наличных технологических ресурсов;

- выдвинуто предложение при анализе рассматривать множество запланированных работ и множество доступных в плановом периоде технологических ресурсов как целостный комплекс «работы/ресурсы». Обоснован тезис, что при неизменных параметрах ресурсов (например, при фиксированном составе и структуре парка технологического оборудования на предприятии) нормативная эффективность деятельности достигается при *взаимном соответствии* (внутренней сбалансированности) параметров ресурсов и выдвинутых требований к объему и графику выполнения запланированных работ;

- разработан метод оценки степени взаимного соответствия характеристик технологических комплексов (системы машин, парка оборудования) и требований к графику выполнения работ в системе календарного планирования на промышленном предприятии. Метод отличается тем, что позволяет построить априорные оценки, основанные на прогнозировании параметров календарного плана. Для комплекса машин с последовательной структурой (технологической линии) предложены эвристические процедуры расчетов ожидаемых значений оценок календарных планов;

- разработан общий подход и конструктивный метод анализа обеспеченности календарного плана работ частично взаимозаменяемыми технологическими ресурсами при наличии ограничений на график выполнения работ и требований к использованию ресурсов. Метод отличается тем, что позволяет в сложных задачах календарного планирования установить оценки обеспеченности и соответствия и одновременно установить рациональный вариант распределения технологических ресурсов между плановыми работами.

Теоретическая значимость диссертации состоит в разработке и теоретическом обосновании подхода к решению задач измерения и оценки обеспеченности плановых работ технологическими ресурсами. Предложенный подход может быть использован в системе внутрифирменного планирования деятельности предприятий производственной и непроизводственной сферы.

Практическая значимость определяется прикладной направленностью основных положений диссертации, конструктивным характером предложенных методик и процедур анализа уровня обеспеченности планов работ технологическими ресурсами. Результаты диссертации использованы при календарном планировании работ в ООО «Гайсин и К^о» и при формировании расписаний учебных занятий в Санкт-Петербургском государственном университете промышленных технологий и дизайна. Материалы диссертации использованы также в учебном процессе при чтении курсов для бакалавров и магистров, обучающихся по направлениям «Экономика», «Менеджмент», «Технология изделий легкой промышленности», «Автоматизация технологических процессов и производств».

Апробация результатов исследования. Основные результаты исследования обсуждались и получили одобрение на международных научно-практических конференциях и семинарах (Самара, 2015; Волгоград, 2015)

Публикации. Результаты исследования представлены в 10 публикациях общим объемом 5,4 п.л., личный вклад автора – 3,8 п.л., в том числе 5 статей в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ для публикации результатов кандидатских и докторских диссертаций.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка, включающего 125 наименований, и приложения. Основной текст диссертации изложен на 150 страницах, содержит 25 таблиц и 14 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснованы актуальность темы диссертации, авторская оценка состояния проблемы, сформулированы цель и задачи, дана краткая характеристика содержания работы.

В первой главе «Технологические ресурсы и задачи управления ими в системе планирования и организации производства на промышленном предприятии» рассмотрены теоретические и методические основания принятого подхода к исследуемой проблеме. Акцент сделан на анализе основных показателей, характеризующих обеспеченность ресурсами – уровней дефицита и резерва. Приведена общая характеристика проблемы измерения уровней дефицита и резервов ресурсов, основанная на фундаментальном исследовании явления дефицита, данном Я.Корнаи в монографии «Дефицит» (1990). Показана применимость основных положений методологии и выводов Я.Корнаи в задачах управления ресурсами на предприятиях при любой системе хозяйствования. Раскрыто содержание и сформулирован подход к решению задач управления особым видом ресурсов, обозначенных термином *технологические ресурсы* и выполняющих функции обеспечения нормативного хода производственных процессов. Показано значение вопросов измерения и оценки уровня обеспеченности планируемых работ технологическими ресурсами при различных вариантах связей между ними; выявлены аналитические задачи, важные для практики планирования и организации производства. К группе технологических ресурсов автором отнесены ресурсы различной экономической природы, объединенные одинаковой функцией – обеспечением нормативного (запланированного) режима процессов производства (или иных видов целенаправленной деятельности). Примерами таких ресурсов могут служить элементы основных фондов (производственные помещения, технологическое оборудование, транспортные средства и другие элементы производственной инфраструктуры). Для технологических ресурсов характерны их использование в многих производственных циклах и, соответственно, постепенный перенос стоимости на продукт, а также существенная инерционность в изменении количественных и структурных характеристик. Понятие поясняется схемой на рис.1. Отмечено, что общим при управлении любыми видами ресурсов является использование в качестве контролируемых переменных понятий *дефицита* и *резерва*, а для оценки качества управления – понятий *результативности* и *эффективности*.

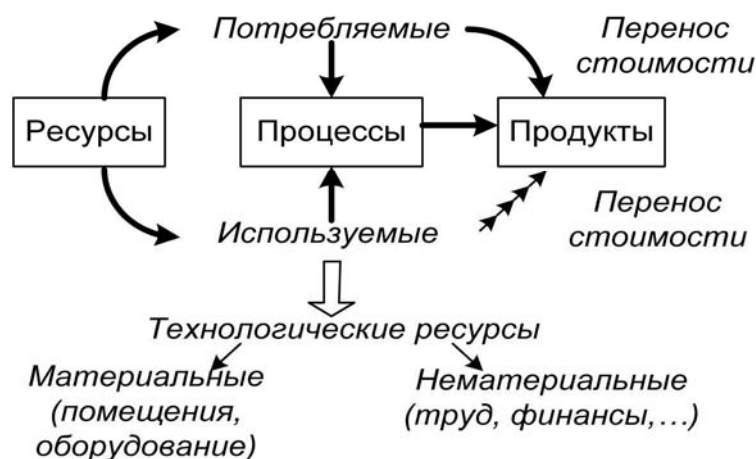


Рисунок 1.– Схема, иллюстрирующая понятие «технологические ресурсы»

Сделан вывод о важности организации на предприятии регулярных наблюдений уровня *обеспеченности* текущих планов технологическими ресурсами, выявлении характерных параметров, как планов, так и возникающих ситуаций с дефицитом и резервами отдельных видов ресурсов. Анализ данных этих наблюдений даст

материал для выводов о *соответствии* или *несоответствии* наличных технологических ресурсов характерным параметрам и требованиям планов выпуска продукции. В связи с этим поставлена задача разработки подходящей *меры соответствия* параметров технологических ресурсов параметрам характерных планов выпуска продукции. Сформулирован подход к решению этой задачи.

Представлена характеристика групп задач оценки обеспеченности работ взаимозависимыми ресурсами, относящихся к сфере организации и оперативного управления производственной деятельностью на предприятии.

Вторая глава «Методы анализа обеспеченности работ взаимозависимыми ресурсами в системе оперативного планирования и организации производства» посвящена постановке и решению задач измерения и оценки обеспеченности работ ресурсами в различных производственных ситуациях. Проведена классификация технологических ресурсов по признаку их взаимной связанности. Виды технологических ресурсов представлены на рис.2.

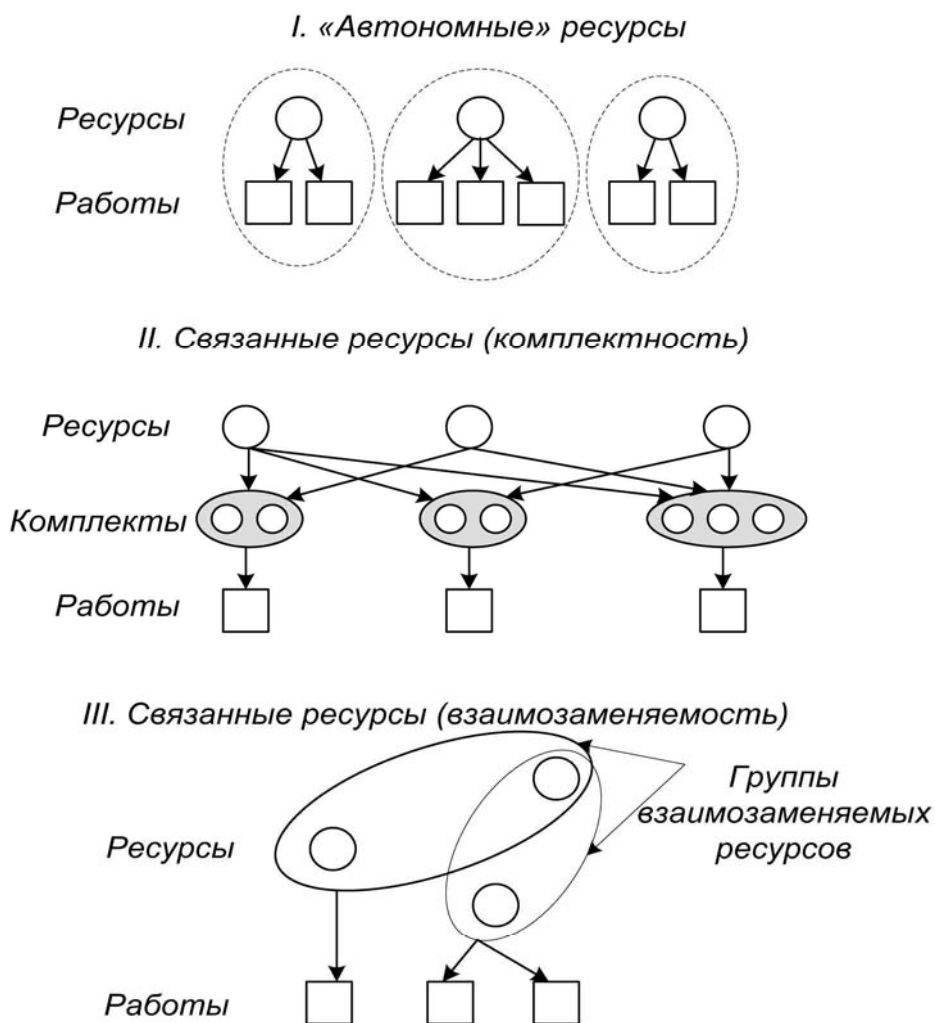
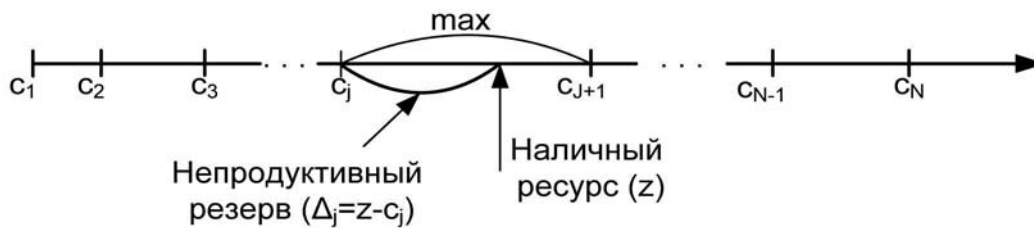


Рисунок 2 – Схематичное представление различных групп ресурсов

Разработан метод измерения с повышенной точностью и оценки обеспеченности работ независимыми друг от друга (автономными) ресурсами. Метод отличается от известных использованием понятия *непродуктивный резерв*, определяющего величину погрешности измерения обеспеченности работ ресурсами. Введены понятие *индикатора обеспеченности*, объединяющее показатели дефицита и резерва, и понятие *непродуктивного резерва*, определенное как превышение наличного количества ресурса над его количеством, которое требуется для выполнения плана с максимальной при данном ресурсном ограничении результативностью.

Показано, что способ оценки обеспеченности с помощью отношения объема наличных ресурсов (Z) к величине суммарных потребностей (V), названный базовым, дает в некоторых случаях неприемлемо завышенную оценку и может быть неадекватным целям управления. Предложен метод расчета и анализа погрешностей расчета базовым способом, позволяющий получить уточненную оценку обеспеченности, установить пределы погрешности измерения и с их помощью сформулировать условие, позволяющее обоснованно пользоваться базовым способом либо использовать более сложные уточняющие процедуры.

Метод уточненной оценки обеспеченности основан на определении величины непродуктивного резерва. Метод состоит в формировании всех возможных комбинаций работ, расчете для каждой из этих комбинаций потребности в ресурсе и группировке комбинаций по признаку равенства потребностей. После этого из каждой группы выбирается по одной комбинации, и значения потребностей C_1, \dots, C_K (K – число групп работ) для них располагаются по возрастанию на числовой оси, на которой отмечается также величина наличного ресурса Z (см. рис.3).



$C_1, C_2, \dots, C_j, C_{j+1}, \dots, C_N$ – упорядоченные по возрастанию величины потребностей в ресурсе для различных сочетаний работ

Рисунок 3 – Иллюстрация к расчету максимальной погрешности измерения обеспеченности ресурсом базовым способом.

Разность $\Delta_j = Z - C_j$ между величиной наличного ресурса и ближайшим слева значением потребности составляет по определению величину непродуктивного резерва. Название аргументируется тем, что величины Z достаточно для выполнения любой комбинации работ из j -й группы, но недостаточно для выполнения комбинации из следующей по величине потребности $(j+1)$ -й группы. При этом предполагается, что излишек ресурса не может быть использован в рамках решаемой задачи планирования. Такое положение характерно для технологических ресурсов, например, оборудования. Отметим также, что обеспечивается максимальное использование наличного ресурса. Величина результативности плана зависит от принятого критерия (например, им может быть доля числа (или стоимости) выполнимых работ в общем количестве запланированных работ (или их суммарной стоимости)). Выбором соответствующей комбинации из j -й группы работ может быть обеспечено наилучшее при наличном количестве ресурса значение показателя результативности плана. При оценке обеспеченности работ ресурсом предложено из величины наличного количества вычитать величину непродуктивного резерва $Z' = Z - \Delta_j$. Максимальная величина непродуктивного резерва Δ_j^{max} (за исключением случая, когда наличный ресурс превышает суммарную потребность в нем) находится в интервале $[0; \max(C_{j+1} - C_j)]$, $j=1, \dots, K-1$. Эта величина может быть использована для оценки максимальной погрешности расчета обеспеченности по базовому методу: $\varepsilon_{max} = \Delta_j^{max} / V$ (V – величина суммарной потребности в ресурсе). Когда потребности в ресурсе всех работ одинаковы, получим $\varepsilon_{max} = 1 / N$. Эта величина может быть принята и для приближенной оценки ожидаемой погрешности ε_{cp} при различающихся потребностях работ в ресурсе. Если ε_{cp} не превышает заданного граничного значения, можно для оценки уровня обеспеченности работ ресурсом воспользоваться базовым отношением $\beta = Z / V$. В другом случае рекомендуется провести расчет непродуктивного резерва и воспользоваться уточненной формулой $\beta' = Z' / V = (Z - \Delta_j) / V$.

Для сокращения трудоемкости расчета в диссертации предложен метод, позволяющий среди всех групп комбинаций работ выделить те, которые имеют величины потребностей, наиболее близкие к наличному ресурсу и тем самым исключить формирование и анализ заведомо неэффективных комбинаций работ. Исходными данными являются множество работ $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ и потребности работ в ресурсе v_1, v_2, \dots, v_n . Метод основан на использовании функций, названных накопительными.

Накопительная функция $S(k)$ определены следующим образом:

$$S(k) = \sum_{i=1}^k v_i, \quad k=1, 2, \dots, n$$

Для множества из n работ число накопительных функций равно $n!$. Среди всех этих функций выделены две характерные функции, построенные при двух вариантах упорядочения потребностей работ в ресурсе:

- 1) $v_{[1]} \leq v_{[2]} \leq \dots \leq v_{[n]}$ (функция $S^{(-)}(k)$),
- 2) $v_{[1]} > v_{[2]} > \dots > v_{[n]}$ (функция $S^{(+)}(k)$),

Метод использует тот факт, что графики всех $(n! - 2)$ накопительных функций расположены между графиками характерных функций (см. рис.4). Указав на оси ординат значение наличного объема ресурса и проведя горизонтальную прямую, выделим на оси абсцисс диапазон числа работ в комбинациях, которые по величинам потребностей будут близки к наличному объему ресурса. В расчетах можно ограничиться просмотром только этих комбинаций, что существенно сокращает объем вычислений.

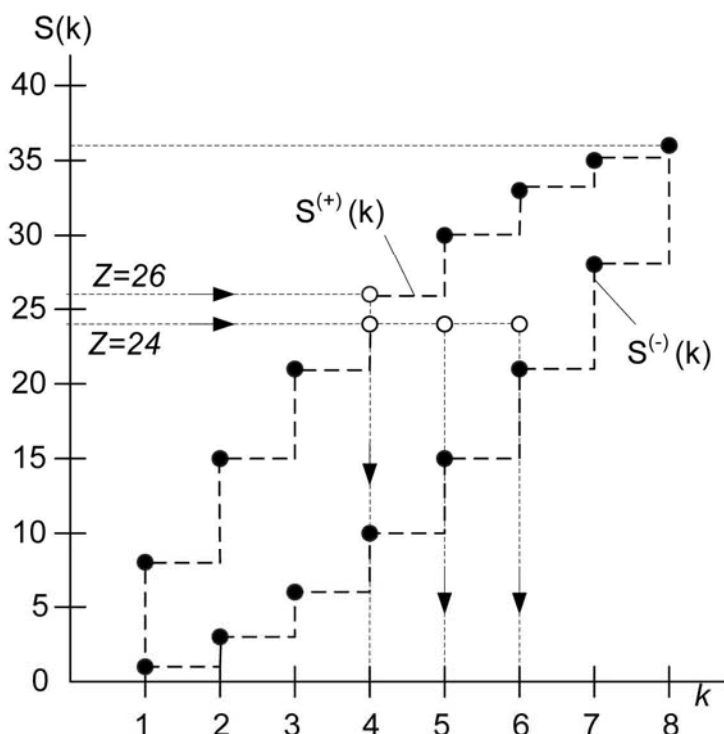


Рисунок 4 – Графики характерных накопительных функций

Разработаны методы для измерения и оценки обеспеченности работ ресурсами, связанными отношениями взаимной дополняемости и взаимозаменяемости. Методы отличаются тем, что наряду с оценками обеспеченности позволяют установить рациональные варианты использования наличных ресурсов. Понятие автономных и связанных ресурсов было ранее пояснено схемой на рис.2.

Суть метода оценки обеспеченности плановых работ ресурсами с учетом требования комплектности и одновременно способа нахождения выполнимой комбинации работ, обеспечивающей наилучшее использование наличных ресурсов, состоит в следующем. На предварительном этапе формируется (исходный) список всех возможных комбинаций (подмножеств) работ. Далее на основе исходного списка последовательно формируются (локальные) списки комбинаций, имеющих положительные значения индикаторов обеспеченности, т.е. имеющих непроизводительный резерв (в том числе нулевой) по каждому из ресурсов. Комбинации, вошедшие одновременно во все локальные списки, составляют множество выполнимых при наличных ресурсах комбинаций работ. Выбор среди них осуществляется плановым органом по принятым критериям (например, по критерию минимума величины суммарного непроизводительного резерва).

Для случая взаимозаменяемых ресурсов разработан метод, позволяющий в результате преобразований ориентированного графа, описывающего возможные замены, получить искомые оценки уровня обеспеченности и одновременно с оценкой сформировать рациональный вариант распределения наличных ресурсов между работами. Вершинам графа приспаны «веса», равные индикаторам обеспеченности соответствующим ресурсом. Дуги показывают направления возможных замен. Граф подвергается следующему преобразованию: удаляются все дуги, исходящие из «дефицитных» вершин, затем, дуги, входящие в вершины с положительными весами. В новом графе с уменьшенным числом дуг, соответствующих только возможным и нужным заменам, выполняются процедуры распределения наличных ресурсов (при этом для некоторых вершин устанавливаются новые веса) и повторного удаления дуг, входящих в вершины с положительными весами. В итоге формируется граф, по которому легко устанавливаются для каждого вида ресурсов размеры дефицита и резерва.

Разработанные методы могут быть использованы также и для оценки обеспеченности видами ресурсов, не относящихся к группе технологических. В качестве примера указана задача оценки обеспеченности сырьем различных видов оперативного плана выпуска пряжи на текстильном предприятии.

Глава завершается рассмотрением вопроса об оценке эффективности использования ресурсов при календарном планировании работ. Представлена общая постановка задач календарного планирования, включающая группы требований к графикам выполнения работ и к уровню использования технологических ресурсов (в данном случае – оборудования). Множество запланированных работ и множество доступных в плановом периоде технологических ресурсов предложено рассматривать как целостный комплекс «работы/ресурсы», выступающий в роли целостного объекта управления, составные части которого должны соответствовать друг другу.

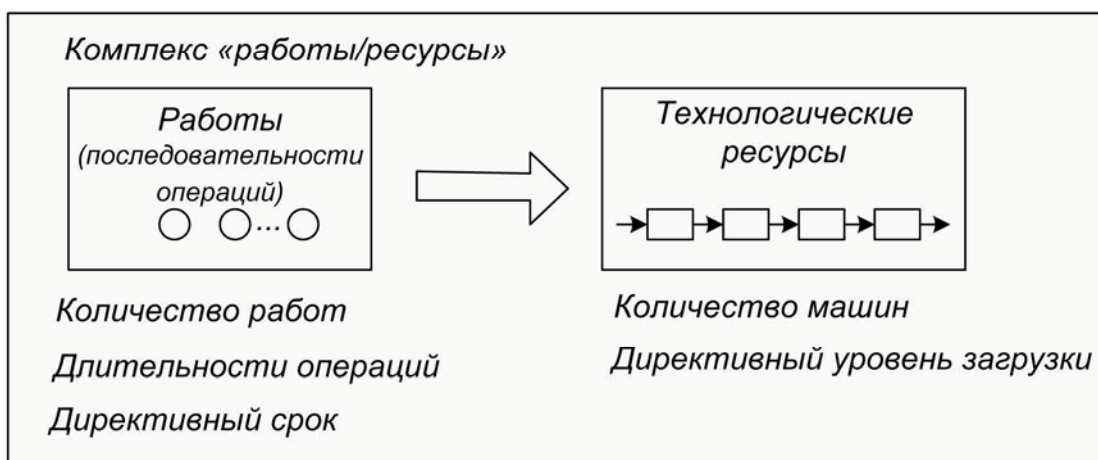


Рисунок 5 – Структура комплекса «работы/ресурсы» для задачи календарного планирования производства

Показатель технологической эффективности комплекса «работы/ресурсы» предложено определять на основе оценок результативности (степень достижения целевых показателей выполнения работ, например, сроков окончания) и степени использования наличных технологических ресурсов в плановом периоде (например, процент загрузки различных групп оборудования). Структура комплекса «работы/ресурсы» для задачи календарного планирования приведена на рис.5.

Для формализации показателей использованы штрафные функции.

Формулы расчета показателей имеют вид:

Оценка показателя результативности плана

$$r_{рез} = 1 - \Phi / \Phi_{max} ,$$

Φ – суммарный штраф за невыполненные работы,

Φ_{max} – максимальный штраф в случае невыполнения всех работ,

Оценка показателя использования ресурсов

$$b = 1 - e / e_{max} ,$$

e – суммарный штраф за неиспользованные ресурсы всех видов,

e_{max} – максимальный штраф за неиспользованные ресурсы всех видов,

Оценка показателя технологической эффективности комплекса «работы/ресурсы»

$$E = 0, \text{ если } r_{рез} < r_{рез}^{min}$$
$$E = b, \text{ если } r_{рез} \geq r_{рез}^{min}$$

Формула отражает следующий принцип: если результативность не достигает заданной пороговой величины, то эффективность считается равной нулю, если порог результативности превышен, то эффективность определяется по показателю использования ресурсов. Метод использован в дальнейшем при оценке эффективности конкретных комплексов «работы/ресурсы».

Третья глава «Анализ взаимного соответствия характеристик комплексов «работы/ресурсы» в системе внутрифирменного планирования предприятий» посвящена задаче оценки степени соответствия друг другу параметров технологических ресурсов и требований, выдвигаемых к план-графику выполнения заданного множества работ.

Дается обоснование тезиса: при неизменных параметрах ресурсов (например, фиксированном составе и структуре парка технологического оборудования на предприятии) нормативная эффективность деятельности достигается при *взаимном соответствии* (сбалансированности) указанных характеристик. Для конструктивной реализации данного тезиса в дополнение к методам оценки обеспеченности и технологической эффективности разработан метод количественной оценки указанного выше соответствия. Показано, что анализ полученных оценок дает основание для разработки как тактических, так и стратегических решений по выбору направлений развития ресурсной базы и коррекции продуктовой политики предприятия.

Предложен подход к формализации понятия соответствия. Для этого используются количественные показатели качества плана (например, отклонения от плановых сроков окончания работ, загрузка отдельных групп оборудования и др.), для которых могут быть установлены некоторые пороговые значения. Рациональным назван план (производственное расписание), для которого показатели качества превышают заданные пороговые значения. Принято определение: составляющие комплекса «работы/ресурсы» соответствуют друг другу, если существует рациональное расписание, удовлетворяющее требованиям, как по выполнению работ, так и по использованию технологических ресурсов. Для обеспечения

конструктивного характера данного определения были предложены процедуры, позволяющие установить факт соответствия или несоответствия путем расчетов, менее трудоемких, чем построение календарных планов.

Для этой цели были разработаны методы прогнозирования показателей качества плана. Сравнение прогнозных значений, вычисленных при относительно небольшом объеме вычислений, с пороговыми значениями дает основание для вывода о существовании рационального плана (расписания). Предложены две схемы.

По первой схеме расчет показателей плана производится по специальным формулам, предварительно разработанным для конкретного типа задачи. Метод ориентирован на относительно простые задачи календарного планирования.

Примером является планирование запуска n работ на технологической линии из m машин при одинаковых маршрутах движения работ (задача Джонсона). В отличие от классической постановки в задаче задается плановый срок выполнения всех работ и нижний уровень коэффициента использования оборудования. В качестве критерия выступает отношение длительностей выполненных к плановому сроку операций к сумме длительностей операций всех работ, включенных в задание. Для поиска очередности запуска работ на линию использована эвристическая процедура, дающая хорошее приближение к оптимальному варианту запуска. Предложены формулы расчета прогнозируемых сроков завершения работ и загрузки машин в линии. Формулы имеют вид:

- для расчета прогнозируемых моментов окончания выполнения j -й работы на машинах линии ($j = 1, 2, \dots, n$; работы занумерованы в порядке запуска на линию):

$$T_1 = \sum_{i=1}^m T_{i1}, \quad T_j = \max \left\{ T_{j-1}; \left(\sum_{k=1}^j T_{1k} + \sum_{i=2}^{m-1} T_{ij} \right) \right\} + T_{mj}, \quad j=2, 3, \dots, n.$$

Завершение выполнения последней работы совпадает и моментом выполнения всех работ. Этот момент сравнивается с плановым сроком окончания работ.

- для расчета прогнозируемых моментов завершения работ на отдельных машинах линии (используются для расчета простоев машин)

$$z_{ij} = \max [z_{(i-1)j}; z_{i(a-1)}] + T_{ij}, \quad z_{0j} = 0, \quad j=1, 2, \dots, n; \quad z_{i(a-1)} = 0, \quad i=1, 2, 3, 4.$$

По этим данным рассчитываются прогнозы величины простоев машин, и устанавливается прогнозируемый уровень их загрузки, который сравнивается с нормативом. По результатам расчетов делается вывод о соответствии или несоответствии требований плана параметрам технологического ресурса.

В качестве практических примеров рассмотрены задачи анализа комплекса «работы/ресурсы» в красильно-отделочном цехе трикотажного предприятия и в цехе по производству деталей интерьера. По результатам расчетов разработаны рекомендации по направлениям повышения эффективности производства путем частичного изменения структуры парка оборудования цехов.

По второй схеме ожидаемые значения показателей плана устанавливаются в процессе построения плана. Метод ориентирован на более сложные задачи календарного планирования, включающие большое число трудно формализуемых требований. Что практически исключает возможность разработки формул для прогнозных расчетов. Примером является задача распределения аудиторий при формировании расписания занятий университета. При планировании каждая студенческая группа трактуется как «работа», плановые занятия с этой группой по отдельным дисциплинам – как «операции» данной работы, учебные помещения – как технологические ресурсы. При таком подходе формальная аналогия с производственным планированием становится достаточно полной. Данную задачу можно трактовать как формирование календарного плана работ при наличии ограничений на график выполнения работ и требований к использованию ресурсов.

технологические ресурсы являются частично взаимозаменяемыми, причем возможность замен зависит от вида работ (учебных занятий).

Оценка и формирование варианта расписания проводится в два этапа. На первом формируется базовый вариант расписания, удовлетворяющий всем требованиям к графику занятий и содержащий предварительное назначение для них учебных аудиторий. Если аудитории назначены для всех занятий, процесс составления расписания заканчивается и производится его оценка по показателю использования аудиторного фонда. Если некоторые занятия не получили аудиторий, производится переход ко второму этапу, на котором производится коррекция базового варианта путем внесения допустимых изменений в график процесса. Когда все возможности изменений исчерпаны, производится расчет итоговых оценок результативности расписания, степени использования аудиторного фонда и по ним – технологической эффективности данного комплекса «работы/ресурсы». В диссертации для всех упомянутых действий разработаны необходимые процедуры. Сформулирован признак, по которому на начальных шагах процедуры коррекции устанавливается возможность получения варианта расписания, в котором все плановые занятия обеспечены подходящими аудиториями. На основе этого вывода формируется суждение о соответствии или несоответствии параметров аудиторного фонда требованиям расписания занятий. Предложенная методика использована при разработке расписания занятий в Санкт-Петербургском государственном университете промышленных технологий и дизайна.

В **Заключении** представлены основные научные и практические результаты исследования, сделанные автором выводы и рекомендации.

В **Приложении** приведен пример использования метода и алгоритма коррекции расписания учебных занятий по результатам анализа обеспеченности ресурсами, а также представлены документы, подтверждающие практическое использование результатов диссертации.

ВЫВОДЫ

1. Сформулирован подход к решению важного класса задач управления *технологическими ресурсами*. К этой группе ресурсов автором отнесены ресурсы различной экономической природы, объединенные одинаковой функцией – обеспечением нормативного (запланированного) режима процессов производства (или иных видов целенаправленной деятельности). Отмечено, что общим при управлении любыми видами ресурсов является использование в качестве контролируемых переменных понятий *дефицита* и *резерва*, а для оценки качества управления – понятий *результативности* и *эффективности*.

2. Приведена общая характеристика проблемы измерения уровней дефицита и резервов ресурсов, основанная на фундаментальном исследовании явления дефицита, данном Я.Корнаи в монографии «Дефицит» (1990) применительно к централизованно управляемой экономике. Показана применимость основных положений методологии и выводов Я.Корнаи в задачах управления технологическими ресурсами на предприятиях в любой системе хозяйствования. Сделан вывод о важности организации на предприятии регулярных наблюдений уровня *обеспеченности* текущих планов технологическими ресурсами, выявления характерных параметров, как планов, так и возникающих ситуаций с дефицитом и резервами отдельных видов ресурсов.

3. Приведена общая характеристика задач управления технологическими ресурсами и проведена их группировка. Представлена подробная характеристика выделенных групп задач оценки обеспеченности работ взаимозависимыми ресурсами, относящихся в основном к сфере оперативного управления производственной деятельностью на предприятии. Введены понятие *индикатора обеспеченности*, объединяющее показатели дефицита и резерва, и понятие

непродуктивного резерва. Предложен метод расчета уточненных оценок обеспеченности, позволяющий установить пределы погрешности измерения и с их помощью сформулировать условие, позволяющее обоснованно пользоваться распространенным (базовым) способом либо использовать более сложные уточняющие процедуры.

5. Разработаны методы для ряда задач оценки обеспеченности работ ресурсами при различных вариантах связи между ними. Рассмотрены ситуации, когда ресурсы связаны отношением дополняемости (требованием комплектности) либо отношением взаимозаменяемости. Рекомендовано использовать оценки, скорректированные с учетом возможного использования ресурсов. Предложены способы расчета таких оценок. Разработанные методы могут быть использованы и для оценки обеспеченности видами ресурсов, не относящихся к группе технологических. В качестве примера указана задача оценки обеспеченности оперативного плана выпуска пряжи сырьем различных видов на текстильном предприятии.

6. В развитие подхода к оценке обеспеченности плановых работ технологическими ресурсами выдвинуто предложение при анализе рассматривать множество запланированных работ и множество доступных в плановом периоде технологических ресурсов как целостный комплекс «работы/ресурсы» и проводить оценку *взаимного соответствия* параметров ресурсов и выдвинутых требований к объему и графику выполнения запланированных работ. В дополнение к методам оценки обеспеченности разработаны также метод оценки технологической эффективности и метод количественной оценки указанного выше соответствия.

7. Задача оценки эффективности функционирования комплекса «работы/ресурсы» рассмотрена в применении к сфере оперативно-календарного планирования (составления производственных и иных расписаний), где явно присутствует фактор времени и характерными являются требования, как к графику выполнения работ, так и к использованию технологических ресурсов. Показатель эффективности формируется на основе двух оценок: результативности плана, характеризующей степень удовлетворения заданных (целевых) требований к графику выполнения работ (например, очередность, время ожидания, сроки окончания, общее время выполнения) и степени использования наличных ресурсов (например, процент загрузки различных групп оборудования). Для указанных оценок предложены методы измерения, позволяющие определить также нормированный показатель технологической эффективности.

9. Разработаны метод и алгоритм оценки степени соответствия параметров парка оборудования производственного подразделения (участка, цеха, предприятия) выдвинутым требованиям к план-графику выполнения заданной совокупности работ. Алгоритм рассмотрен на примере модифицированной задачи Джонсона для технологической линии. В качестве практических примеров использования предложенного метода рассмотрены задачи анализа комплекса «работы/ресурсы» в красильно-отделочном цехе трикотажного предприятия и в цехе по производству деталей интерьера в ООО «Гайсин и К». По результатам расчета разработаны рекомендации по направлениям повышения эффективности производства.

10. Разработан алгоритм анализа соответствия требований календарного плана характеристикам технологических ресурсов при наличии ограничений на последовательности операций запланированных работ. Алгоритм изложен на примере задачи управления аудиторным фондом (технологический ресурс вуза) при формировании расписаний занятий в учебном заведении. Предложенная методика и алгоритм использованы при разработке расписания занятий в Санкт-Петербургском государственном университете промышленных технологий и дизайна.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах

Статьи в рецензируемых журналах, входящих в «Перечень ВАК»

1. Ананичев, Д. А. Задачи и методы оценки обеспеченности работ ресурсами / Д. А. Ананичев, А. В. Архипов // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2015. – Т. 27. – № 1. – С. 5 – 9.

2. Ананичев, Д.А. Метод оценки обеспеченности планируемых работ дефицитным ресурсом / Д. А. Ананичев, А. В. Архипов // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2015. – Т. 28. – № 2. – С. 5 – 7.

3. Ананичев, Д.А. Метод оценки обеспеченности планируемых работ взаимозависимыми ресурсами с учетом требования комплектности / Д. А. Ананичев, А. В. Архипов // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2015. – Т. 28. – №2. – С. 29 – 34

4. Ананичев, Д.А. Метод оценки обеспеченности планируемых работ взаимозаменяемыми ресурсами / Д. А. Ананичев, А. В. Архипов // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2015. – Т. 29. – № 3. – С.29 – 34.

5. Ананичев, Д.А. Оценка соответствия технологических ресурсов предприятия требованиям производственного планирования / Д. А. Ананичев // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2015. – Т. 29. – № 3. – С. 5 – 7.

Прочие публикации

6. Ананичев, Д.А. Оценка эффективности использования технологических ресурсов при календарном планировании работ / Д. А. Ананичев, А. В. Архипов // Вестник Санкт - Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3. Экономические, гуманитарные и общественные науки. – 2015. – № 1. – С. 3–8.

7. Ананичев, Д.А. Анализ обеспеченности ресурсами расписания учебных занятий / Д. А. Ананичев, А. В. Архипов // Вестник Санкт - Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3. Экономические, гуманитарные и общественные науки. – 2015. – № 2. – С. 8–13.

8. Ананичев, Д.А. Метод коррекции расписания учебных занятий по результатам анализа обеспеченности ресурсами / Д. А. Ананичев, А. В. Архипов // Вестник Санкт - Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3. Экономические, гуманитарные и общественные науки. – 2015. – № 3. – С. 3–8

9. Ананичев, Д.А. Анализ взаимного соответствия характеристик в системе «работы / ресурсы» при решении задач планирования / Д. А. Ананичев // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. «Экономика, финансы и менеджмент: тенденции и перспективы развития». – Волгоград. – 2015. – №2. – С. 241–243.

10. Ананичев, Д.А. Анализ эффективности комплекса «работы/ресурсы» в системе производственного менеджмента предприятия / Д. А. Ананичев // II Межд. науч.-практ. конференция «Актуальные вопросы экономики и современного менеджмента». Самара: ИЦРОН. – 2015. – С.193 – 194.