

Тропынина Наталья Евгеньевна

Куликова Оксана Михайловна

Суворова Светлана Дмитриевна

ПОДХОД К ПОНИМАНИЮ СУЩНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА И К ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ ЕГО ОПТИМИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

***Аннотация:** в современных экономических условиях приоритетной целью промышленной отрасли является удовлетворение потребительского спроса в товарах и достижение эффективности хозяйственной деятельности предприятий в условиях ограниченного объема ресурсов. В этой связи актуализируется проблема корректной постановки задачи оптимизации производственного процесса, как основы успешной деятельности промышленного предприятия. Данное исследование включает теоретические вопросы, связанные с пониманием сущности производственного процесса и постановкой задачи его оптимизации. В работе были использованы общенаучные методы, основанные на экономико-методологических разработках отечественных ученых в области построения математических моделей оптимизационных задач, общей теории систем и системного анализа, метод экспертных оценок и сравнительного анализа. Дано уточненное авторское определение понятия «производственный процесс». Представлен алгоритм постановки оптимизационной задачи. Определены входные параметры, объединенные в производственно-технологический; кадровый и инновационно-цифровой блоки, в которых на основе проведенной экспертной оценки установлены показатели оптимизации производственного процесса промышленного предприятия. В заключении сделаны выводы, что результативная оптимизация производства возможна лишь при согласованности найденных решений и их соответствии текущим и будущим потребностям, как предприятия, так и экономики в целом.*

Ключевые слова: производственный процесс, задача оптимизации, промышленное предприятие, алгоритм, моделирование, параметры оптимизации.

Abstract: *in the current economic environment, the industrial sector's priority goal is to satisfy consumer demand for goods and achieve economic efficiency in enterprises with limited resources. In this regard, the problem of correctly formulating the production process optimization problem as the basis for the successful operation of an industrial enterprise is becoming increasingly important. This study addresses theoretical issues related to understanding the essence of the production process and formulating the optimization problem. The work utilizes general scientific methods based on economic and methodological developments by Russian scientists in the field of constructing mathematical models for optimization problems, general systems theory and systems analysis, the method of expert assessments and comparative analysis. A clarified authors' definition of the concept of «production process» is provided. An algorithm for formulating an optimization problem is presented. The input parameters are defined, combined into production-technological, personnel, and innovation-digital blocks, in which, based on the expert assessment, optimization indicators for the industrial enterprise's production process are established. In conclusion, it is concluded that effective production optimization is possible only if the solutions found are consistent and meet the current and future needs of both the enterprise and the economy as a whole.*

Keywords: *production process, optimization problem, industrial enterprise, algorithm, modeling, optimization parameters.*

В условиях цифровой трансформации мировой экономики основным признаком устойчивого развития промышленного предприятия является адаптация технологических процессов в производственной сфере к современным требованиям общества. При этом необходимо учитывать национальные программы развития страны в области промышленности, принимая во внимание включенные в них федеральные проекты. Национальные проекты в секторе развития промышленности представляют собой основной инструмент государства, поз-

воляющий преодолеть зависимость от зарубежных партнеров и достичь запланированных результатов социально-экономического роста. Удовлетворение потребительского спроса в товарах, достижение эффективности хозяйственной деятельности предприятий в условиях ограниченного объема ресурсов является приоритетной целью промышленной отрасли.

В этой связи актуализируется проблема корректной постановки задачи оптимизации производственного процесса, как основы успешной деятельности любого промышленного предприятия. При постановке оптимизационной задачи следует уделить внимание факторам, которые оказывают влияние на целевую функцию (например, на сокращение производственного цикла) и на факторы адресного воздействия. Определение конкретного круга аспектов, характеризующих сущность термина «производственный процесс» служит отправной точкой для точной постановки оптимизационной задачи, а также формулирования целей, структуры и объема, как практических, так и теоретических исследований в данной области.

На сегодняшний день в научных и нормативных источниках предлагаются различные варианты толкования понятия «производственный процесс». Наиболее распространены два подхода к определению сущности анализируемого термина. С одной стороны производственный процесс рассматривается через призму взаимосвязи объектов и субъектов в процессе производственной деятельности. С другой стороны, как процесс преобразования входных материальных потоков в готовую продукцию и их продвижение на рынок. При этом квалификация трудовых ресурсов, особенно уровень их подготовки, чаще всего, не принимаются во внимание.

Варианты определений производственного процесса представлены табл. 1.

Таблица 1

Определения производственного процесса (источник: обобщено авторами)

Автор/источник	Содержание определения
«ГОСТ 14.004–83. Технологическая подготовка производства»	Производственный процесс – совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления и ремонта продукции [1]

Макаренко М.В., Махалина О.М.	Производственный процесс – совокупность последовательно выполняемых операций по обработке деталей и сборке изделий [5]
Маслов Д.П., Данилевский В.В., Сасов В.В.	Производственный процесс – процесс превращения поступивших на завод полуфабрикатов или сырья в готовую продукцию [6]
Джубаев К.Т.	Производственный процесс – совокупность целенаправленных и взаимосвязанных работ по созданию материальных благ и изготовлению продукции [5]
Старцев К.С.	Производственный процесс – совокупность технологических взаимосвязанных работ, целью которых является изготовление конкретной продукции [2]
Четвертаков И.М.	Производственный процесс – функционирование производственной системы, заключающейся в создании определенного предмета потребления от начала до полной его готовности [10]
Перятинский А.Ю.	Производственный процесс наиболее целесообразно рассматривать как технологический, организационный и трудовой процессы, одновременно происходящие и связанные единством места и времени [8]
Муфтахова О.С.	Производственный процесс – это совокупность постатейных взаимосвязанных основных, вспомогательных, обслуживающих процессов, использование трудовых, материальных, страховых и финансовых ресурсов в единицу времени, на единицу сырья, материалов, полуфабрикатов с целью выпуска в установленные сроки необходимого количества продукции требуемого качества при минимизации издержек [7]
Фатхутдинов Р.А.	Производственный процесс – совокупность предметов и орудий труда, а также живого труда, функционирующих для удовлетворения потребностей производства [9]

Следует отметить, что представленные определения не учитывают инновационную составляющую производственного процесса и требования к параметрам качества продукции, в связи с чем, авторами предлагается уточненное определение.

Производственный процесс представляет собой совокупность последовательных действий, целью которых является преобразование входных ресурсов в готовую продукцию, соответствующую заданным параметрам качества и установленному уровню инновационно-технологического развития.

Эффективность деятельности предприятия, в том числе, управление производственным процессом напрямую зависит от точности постановки оптимизационной задачи. Оптимизационная задача возникает при принятии решения о выборе наиболее рационального варианта из существующих альтернатив на ос-

нове проведения количественной оценки в определенной сфере деятельности. Цель – найти оптимальное решение, основанное на определенном критерии, который количественно демонстрирует уровень достижения скалярной цели оптимизации на основе действительных значений параметров, подтвержденных на практике.

В зависимости от модели задачи оптимизации и методы их решения подразделяются на классы (табл. 2).

Таблица 2

Классификация оптимизационных задач

Признак	Характеристика
Число управляемых параметров	– одномерные – один варьируемый параметр; – многомерные – несколько варьируемых параметров
Наличие ограничений	– условные – наличие ограничений на область допустимых решений; – безусловные – оптимизация переменных
Число критериев оптимальности	– скалярные – однокритериальные; – векторные – многокритериальные
Вид целевой функции	– линейные – линейный характер целевой функции; – нелинейные – присутствие степени выше первой, тригонометрических или логарифмических выражений; – выпуклая – любой минимум является глобальным; – невыпуклая – имеет множество локальных минимумов, не являющихся глобальными
Вид ограничений	– равенства – установление строгих границ; – неравенства – создание допустимой области значений; – линейные – содержит только линейные функции; – нелинейные – содержит хотя бы одну нелинейную функцию
Характер изменения варьируемых параметров	– непрерывные – установление предельных ограничений; – дискретные – присутствие интервалов в пределах ограничений

Подход к постановке задачи оптимизации производственного процесса схематично можно представить следующим образом (рис. 1).



Рис. 1. Схема постановки задачи оптимизации
производственного процесса [4]

В общем смысле оптимизация любого производственного процесса предполагает достижение наилучших результатов при заданных условиях. При этом в качестве объекта могут выступать не только предприятия, технологии, оборудование, но и способы управления и организации производства.

В свою очередь, сложность объекта оптимизации затрудняет построение релевантной поведенческой модели, которая должна сочетать в себе одновременно как простоту, так и адекватность в рамках поставленной оптимизационной задачи. Сложность построения модели заключается, в том числе, и в учете значительного числа формализуемых факторов, некоторые из которых, например, эргономические параметры качества или дизайн, носят субъективный характер и могут быть оценены только экспертным методом.

Для учета и последующей оценки влияния различных факторов на производственный процесс необходимо определить комплекс показателей. Данный аспект предопределяет постановку и решение не одной, а множества оптимизационных задач.

В общем виде постановка оптимизационной задачи производственного процесса может быть представлена следующим образом:

$$Y(x) \rightarrow \text{MAX}|\text{MIN}|\text{OPT}$$

$$\text{РЕШ} = \{X_i\}, X_i \in D, i = 1 \dots R$$

Где:

$Y(X)$ – целевая функция, выражающая взаимосвязь между организационно-управленческим решением X_i из множества возможных вариантов решений D и критерием оценки качества этого решения.

MAX ; MIN ; OPT – указывают на необходимость максимизации, минимизации или приближения к целевому (оптимальному) значению целевой функции.

Определение целевой функции и ограничений является наиболее значимым этапом постановки любой оптимизационной задачи, поскольку напрямую

влияют на конечный результат. Некорректно сформулированная целевая функция может привести к неэффективному решению, а неверно установленные ограничения к формированию нереализуемой оптимизационной задачи производственного процесса.

Для многокритериальных задач, целевая функция является векторной:

$$Y(X) = (Y_1(X_i), Y_2(X_i), \dots, Y_n(X_i))$$

Где:

X_i – возможное решение из области допустимых решений D .

Каждый вариант решения требует определения значимых параметров и/или критериев эффективности, в качестве которых могут выступать: фондоотдача, стоимость оборудования, производительность труда, экологичность, уровень автоматизации и цифровизации, материалоемкость и др.

Состав показателей устанавливается экспертом/группой экспертов. При этом необходимо выбрать такое организационно-управленческое решение (X_i), которое давало бы наилучший результат, учитывающий значение всей совокупности анализируемых параметров.

Таким образом, модель оптимизационной задачи производственного процесса предполагает определение объекта оптимизации, состав входных и выходных параметров, формализацию связи между ними. Алгоритм постановки оптимизационной задачи производственного процесса представлен на рисунке 2.

На первом этапе необходимо конкретизировать объект, то есть выбрать производственный процесс, сформулировать цель оптимизации (например, максимизация объёма выпуска при заданном качестве) и обозначить границы, таким образом, чтобы данный процесс можно было бы рассматривать изолированно от других объектов и систем.

Далее требуется определить выходной параметр в зависимости от конкретно поставленной задачи. При постановке задачи оптимизации производственного процесса промышленного предприятия в качестве «показателя количествен-

ной оценки выходного параметра» авторы предлагают выбрать «объем произведенной продукции в стоимостном выражении».

Следует отметить, что непосредственно процесс оптимизации представляет собой последовательность процедур синтеза, анализа и принятия решения.



Рис. 2. Алгоритм постановки оптимизационной задачи
производственного процесса (источник: составлено авторами)

Процедура синтеза включает этап определения входных параметров. Применительно к промышленности основные входные параметры оптимизации производственного процесса можно объединить в три блока.

Первый блок: производственно-технологические параметры.

Второй блок: кадровые параметры.

Третий блок: инновационно-цифровые параметры.

Процедура анализа, во-первых, включает этап определения показателей и расчет допустимых значений; во-вторых, формализацию ограничений.

Для определения показателей и расчета допустимых значений авторами были привлечены эксперты из числа директоров промышленных предприятий, перед которыми стояла задача выбрать по четыре наиболее значимых показателя для оценки каждого блока, с учетом особенностей функционирования российских промышленных предприятий в современных условиях развития экономики.

Выбранные показатели оценки входных параметров для постановки оптимизационной задачи производственного процесса представлены на рисунках 3, 4, 5.

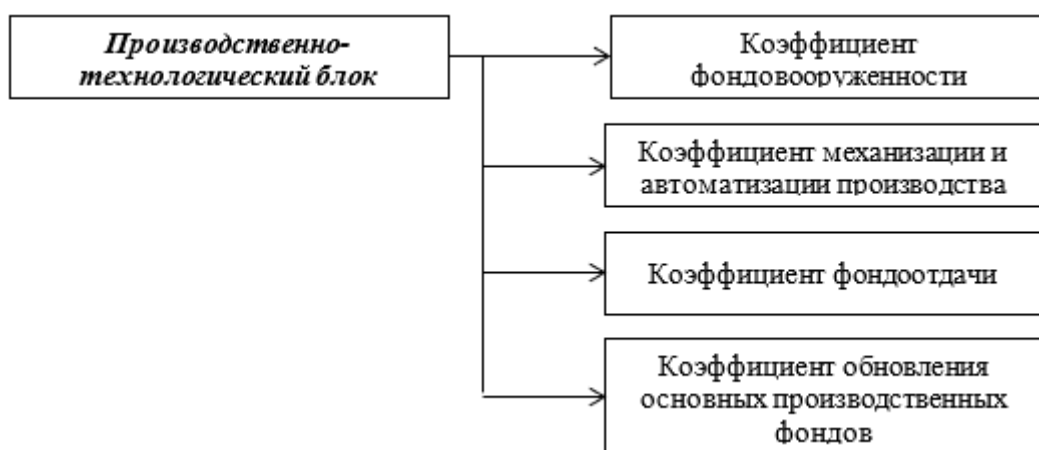


Рис. 3. Входящие параметры производственного процесса производственно-технологического блока (источник: составлено авторами)

Производственно-технологический блок характеризуется уровнем технического и технологического оснащения предприятия. Ориентация отрасли на передовые технологии в производстве и продвижение их продукции способствует снижению себестоимости и поддержанию запланированного уровня качества.

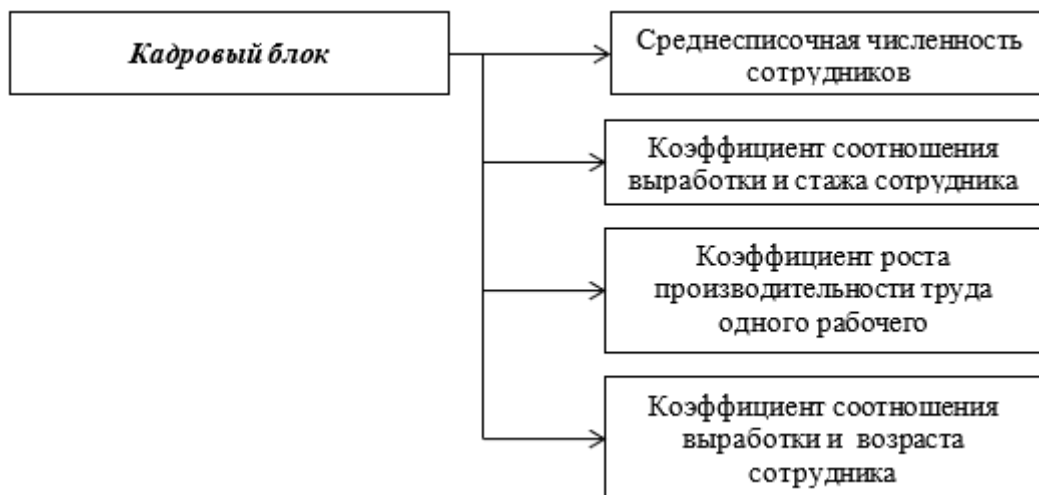
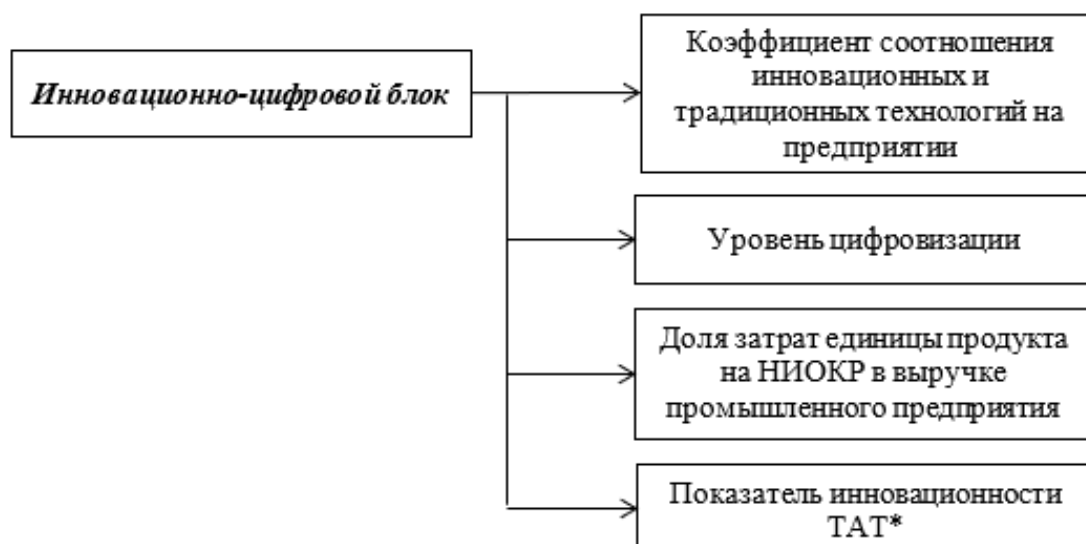


Рис. 4. Входящие параметры производственного процесса кадрового блока
(источник: составлено авторами)

Кадровый блок включает факторы, активизирующие все ресурсы предприятия и определяющие их назначение и продуктивность. Обеспечение продуктивности работы персонала возможно за счет реализации проводимой кадровой политики.



Примечание. *ТАТ – время, требуемое для завершения производственного процесса (протяженность производственного цикла).

Рис. 5. Входящие параметры производственного процесса инновационно-цифрового блока (источник: составлено авторами)

Иновационно-цифровой блок поддерживает интеграцию цифровых бизнес-процессов в экономическую систему промышленного предприятия.

Формализация ограничений (технологические; ресурсные; границы применения показателей и область допустимых решений) предполагает установление взаимосвязи между выходными и входными параметрами. На данном этапе требуется сформулировать критерии оптимальности и функциональные ограничения в аналитической или алгоритмической форме. Формализация ограничений связана с нормированием варьируемых параметров [3] и выбором класса оптимизационной задачи (табл. 2).

Заключительная процедура оптимизации «принятие решения» предполагает построение модели, которая формализует взаимосвязь показателей оценки входящих параметров между собой и отражает их влияние на выходной параметр.

В зависимости от метода описания взаимосвязи между параметрами можно построить разные виды моделей:

– аналитические (строятся на основе детальных исследований, выявлении внутренних связей между параметрами объекта, представленных в аналитической форме), к недостаткам можно отнести высокую степень неопределенности параметров построения и сложность объекта;

– статистические (строятся на анализе массива данных, полученных экспериментальным путем; дают возможность определять закономерности между параметрами объекта, учитывая влияние случайных факторов), основным недостатком таких моделей является необходимость проведения большого числа экспериментов, что достаточно затруднительно;

– экспертные (строятся на основе экспертных оценок, обобщающих и учитывающих накопленный опыт специалистов), являются наиболее простыми, однако, наименее точными и объективными.

При моделировании производственного процесса имеет смысл комбинировать модели разных видов. При этом выбор параметров оптимальности приобретает особую значимость. Для различных типов оптимизационных задач разработаны соответствующие методы их решения. Выбор метода решения является стратегическим процессом, требующим анализа множества факторов. От правильного решения будет зависеть не только точность и скорость оптимизации, но и возможность поиска приемлемого решения.

В процессе принятия решения также оценивается адекватность и согласованность модели, то есть ее верификация – проверка модели на тестовых данных и оценка точности. В случае достижения оптимального/допустимого/приемлемого решения оптимизационная задача производственного процесса будет решена. Если при решении задачи оптимизации полученный результат не решает проблему производственного процесса, то следует провести корректировку модели, либо параметров оптимизации.

Следует отметить, что первоначально задача оптимизации строилась с учетом одного критерия, что во многом определялось сложностью формализации описания объекта исследования и процесса решения многокритериальных задач, обусловленных, в том числе, отсутствием подходящего оборудования и

технологий для проведения сложных вычислений. Однако многоцелевой характер производственного процесса инициировал необходимость применения многокритериального подхода к постановке задачи оптимизации.

При решении задачи оптимизации производственного процесса требуется определить область допустимых значений (решений), которая задается ограничениями (например, рамками применения различных показателей, технологическими, ресурсными ограничениями и т. д.). Отметим, что данный этап является наиболее сложным и важным. На практике, достаточно найти не оптимальное, а допустимое или приемлемое решение, что обусловливается NP-трудностью задачи, ограниченностью вычислительных ресурсов в реальном времени или необходимостью оперативного принятия решений в условиях неопределённости.

Таким образом, точная постановка задачи оптимизации производственного процесса и ее решение обеспечивает устойчивость и конкурентоспособность предприятия на рынке. Кроме того, с целью повышения эффективности производства необходимо внедрять различные организационно-управленческие решения в области логистики, финансирования, технической оснащённости, применения информационно-цифровых технологий и т. д., основанных на оптимизационных моделях. Результативная оптимизация производства возможна лишь при согласованности/совместимости найденных решений и их соответствии текущим и будущим потребностям как предприятия, так и экономики в целом.

Список литературы

1. ГОСТ 14.004–83. Технологическая подготовка производства. – URL: <https://protect.gost.ru> (дата обращения: 10.07.2026).
2. Балашов А.И. Производственный менеджмент (организация производства на предприятии) / А.И. Балашов. – М.: Питер, 2009. – 159 с. EDN QTZNDD
3. Белецкая С.Ю. Методы оптимизации в автоматизированных системах: учеб. пособие / С.Ю. Белецкая. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2017. – 154 с. – С. 11.

4. Ершов В.Д. К вопросу о проектировании технологии малых производств / В.Д. Ершов // Научно-технические основы и тенденции развития торгово-технологического оборудования: межвузовский сборник трудов / под ред. проф. В.А. Гуляева. – СПб.: СПбТЭИ, 2002. – С. 13–17. – С. 14.

5. Здрестова-Захаренкова С.В. Производственный процесс предприятия на основе системного подхода к управлению / С.В. Здрестова-Захаренкова, А.С. Данилова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №2(33). – URL: <https://research-journal> (дата обращения: 10.07.2026).

6. Коришонков С.Н. Понятие о производственном и технологическом процессах / С.Н. Коришонков // Вестник науки. – 2019. – №3(12). – URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 10.07.2026).

7. Муфтахова О.С. К вопросу определения понятия «Производственный процесс» / О.С. Муфтахова // Вестник ИрГТУ. – 2015. – №8(103). – URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 10.07.2026).

8. Перятинский А.Ю. Концепция формирования производственного процесса горнодобывающего предприятия с параметрами приемлемого риска травмирования / А.Ю. Перятинский // Известия ТулГУ. Науки о Земле. – 2022. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 10.07.2026). DOI 10.46689/2218-5194-2022-2-1-113-130. EDN MOOKUX

9. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: учебник / Р.А. Фатхутдинов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2023. – 544 с. – С. 12.

10. Четвертаков И.М. Организация производственных, рабочих и трудовых процессов / И.М. Четвертаков // Организатор производства. – 2010. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 10.07.2026). EDN NBOHYF

Тропынина Наталья Евгеньевна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», г. Санкт-Петербург, Россия.

Куликова Оксана Михайловна – канд. техн. наук, доцент кафедры экономики и финансов, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», г. Санкт-Петербург, Россия.

Суворова Светлана Дмитриевна – канд. экон. наук, доцент, доцент Высшей школы сервиса и торговли, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Россия.
