



УПРАВЛЕНИЕ

УДК 005; 330.45

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ

А. В. Катаев

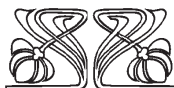
кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и инновационных технологий, Южный федеральный университет, Таганрог
E-mail: kataev@kataev.ru

Т. М. Катаева

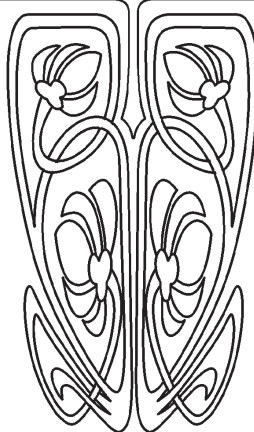
кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и инновационных технологий, Южный федеральный университет, Таганрог
E-mail: tm@kataeva.ru

Е. Л. Макарова

кандидат педагогических наук, доцент кафедры менеджмента и инновационных технологий, Южный федеральный университет, Таганрог
E-mail: helen_makarova@mail.ru



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ



Введение. Значительная часть реализуемых в мировом сообществе проектов превышает по своей длительности и стоимости установленные на этапе планирования ограничения, т.е. не являются успешно выполненными. По нашему мнению, основной причиной такого положения дел является сложность осуществления оптимального выбора и назначения исполнителей на выполнение основных проектных работ, сопряженная с отсутствием учета ряда существенных факторов. **Теоретический анализ.** Теорией и практикой управления проектами и исследования операций предложен ряд оптимизационных моделей составления расписания работ проекта с учетом их взаимосвязей, а также необходимых ресурсов. Данные модели принято относить к классу экстремально NP-трудных, что объясняет определенные сложности их эффективной реализации на практике. **Методика исследования.** Приведена базовая постановка задачи оптимального выбора и назначения исполнителей на выполнение проектных работ, в которой учтена топология сетевого графика, а в качестве критерия оптимизации выступает длительность реализации проекта. В приведенной модели также установлены ограничения на суммарную стоимость всех работ по проекту, а также определено, что для выполнения каждой работы привлекается только один исполнитель, который в случае необходимости способен выполнить ряд задач. **Результаты.** В ходе исследований авторами были сформулированы дополнительные существенные ограничения, учет которых в модели позволяет значительно расширить сферу применения и повысить эффективность ее использования на практике. В статье представлено подробное содержательное описание данных ограничений, а также их корректная формализация. **Ключевые слова:** управление проектами, назначение исполнителей, теория расписаний, математические модели, сетевой график проекта.

DOI: 10.18500/1994-2540-2016-16-3-294-299

Введение

Практика проектного менеджмента показала, что более половины всех реализуемых в мире проектов не оканчиваются успешно из-за превышения ограничений по времени и стоимости [1]. Такая ситуация характерна и для России, причиной чему является множество разнообразных по природе и степени влияния факторов. По нашему мнению, основные из них заключаются в принятии недостаточно



обоснованных управленческих решений относительно выбора и назначения исполнителей на выполнение отдельных работ по проекту. При поддержке принятия данных решений используются, как правило, модели оптимального назначения, где в качестве исходных, т.е. заранее известных, данных используются сведения о сроках и длительности реализации и необходимых для этого ресурсов, которые по факту могут быть изменены в случае использования иных подходов к выполнению. При этом эффективное использование на практике таких моделей является достаточно проблематичным из-за необходимости комплексного учета дополнительных факторов, способных оказать значительное влияние на ход и качество выполнения проектных работ. Попытаемся выявить и формализовать наиболее существенные из таких факторов (ограничений), которые характерны для широкого спектра проектов, отличающихся своим содержанием и масштабом.

Теоретический анализ

Теорией и практикой управления проектами и исследования операций предложен целый ряд методов, моделей и алгоритмов, ориентированных на конструирование и оптимизацию сетевых моделей проекта, которые в зависимости от специфики могут иметь детерминированный, альтернативный, стохастический или смешанный характер [2–5]. На основании же сконструированной сетевой модели проекта уже рассчитываются временные и ресурсные показатели проекта, которые согласовываются с каждой заинтересованной стороной и в случае необходимости вносятся изменения и корректировки. Большинство оптимизационных математических моделей управления проектом строятся исходя из известных (вероятных или предполагаемых) временных и стоимостных характеристиках работ, а также заданной топологии сетевой модели [3, 5].

В качестве одной из основных и наиболее сложных задач оптимизации проекта различными исследователями рассматривается задача RCPSP (Resource-Constrained Project Scheduling Problem) – построение оптимального расписания выполнения работ проекта с учетом отношений предшествования между работами и с учетом необходимых и (или) доступных ресурсов, при котором будет оптимизирована некоторая целевая функция (например, минимизирование длительности выполнения проекта) [6, 7]. Задача RCPSP является экстремально NP-трудной [6].

В данной статье исследуется задача оптимального выбора и назначения исполнителей работ в случае, когда для выполнения каждой работы привлекается только один исполнитель

(партнер, группа, отдел, бригада и т.п.), и исполнитель может выполнять множество работ в проекте с определенными им самим или менеджером проекта временем, стоимостью и другими параметрами выполнения. Данная задача является, с одной стороны, модификацией и частным случаем задачи RCPSP, а с другой – расширением фундаментальной задачи о назначениях.

Методика исследования

Рассмотрим следующую базовую постановку задачи. Пусть имеется некий проект, в котором известны только взаимосвязь работ, представленная в виде сетевого графика, а также содержательные требования к результатам работ и всего проекта в целом. На выполнение работ претендуют n различных исполнителей, каждый из которых обязуется в полном объеме выполнить отдельные работы за определенное им время t и со стоимостью c . Требуется назначить исполнителей на работы таким образом, чтобы минимизировать длительность выполнения проекта и уложиться в выделенный бюджет.

Как известно, сетевая модель в терминах сетевого планирования и управления (СПУ) представляет собой ориентированный граф, где дугами отображаются работы сети, а вершины показывают события, когда завершаются одни работы и (или) начинаются другие [3]. Очевидно, что некоторые работы в проекте могут выполняться одновременно, из чего следует, что необходимо нахождение такого распределения исполнителей по работам, при котором длительность критического пути в сетевой модели будет минимальна.

Математические постановки данной задачи, сформулированные как модели смешанного целочисленного линейного программирования, предложены авторами в [8] и [9]. В простом случае математическая модель назначения исполнителей с оптимизацией проекта по длительности и ограничением на максимальный бюджет формулируется следующим образом:

$$L = T_h \rightarrow \min \quad (1.1)$$

$$T_g \geq T_k + \left(\sum_{i=1}^n t_{ij} x_{ij} \right), \quad (j = \overline{1, m}); \quad (1.2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad (j = \overline{1, m}); \quad (1.3)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \leq Cm; \quad (1.4)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 0, & (i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}); \\ 1, & \end{cases} \quad (1.5)$$

$$\forall T_s \geq 0; \quad (1.6)$$

, (1)



где: – неизвестными являются все T_s , т.е. все ранние сроки наступления событий проекта, и факт назначения исполнителя на работу (x_{ij}), причем T_k и T_g – ранние сроки наступления начального и конечного события работы $P_{k,g}$ соответственно;

– в качестве целевой функции (1.1) выступает T_h – ранний срок наступления конечного (последнего) события всей сети, а h – номер этого события;

– каждой работе $P_{k,g}$ поставлен в соответствие индекс j , где $j = \overline{1, m}$, а m – количество работ;

– t_{ij} – время выполнения j -ой работы i -ым исполнителем, где $i = \overline{1, n}$, а n – количество исполнителей;

– c_{ij} – стоимость выполнения j -ой работы i -ым исполнителем;

– C_m – максимальная суммарная стоимость всех работ по проекту.

Группа ограничений (1.2) в соответствии с методом критического пути (Critical Path Method [10, 11]) задает порядок выполнения работ, точнее, временную зависимость событий и работ. В отличие от моделей, где время выполнения каждой работы $t_{k,g}$ известно заранее, в модели (1) длительность выполнения работы зависит от назначаемого исполнителя, т.е. выполняется условие (1.3):

$$t_{k,g} = \sum_{i=1}^n t_{ij} x_{ij} . \quad (2)$$

Условие (1.4) задает ограничение на максимальную стоимость всех работ в проекте, т.е. сумма на выполнение всех работ проекта не должна превышать выделенный бюджет C_m . Данное условие может выступать целевой функцией, когда требуется минимизировать стоимость проекта в рамках выделенного времени на проект.

Результаты

Дальнейшие исследования возможности применения предложенной модели позволили выделить ряд существенных дополнительных условий (ограничений), учет которых способен значительно повысить эффективность ее использования на практике. К таким ограничениям, по нашему мнению, относятся:

1) *оптимизация количества исполнителей*, задействованных в проекте;

2) *доступный период времени*, когда исполнитель готов выполнить работу;

3) *запреты назначения* того или иного исполнителя на конкретную работу, выдвигаемые со стороны менеджера проекта;

4) *предпочтение выбора* определенного исполнителя для выполнения конкретных работ;

5) *«связка» работ* при назначении, когда требуется отдать несколько определенных работ «в одни руки»;

6) *невозможность параллельного выполнения работ* исполнителем;

7) *ограничения по компетенции и надежности* исполнителей.

Определим сущность перечисленных выше условий, что позволит нам составить корректное содержательное, а также формализованное описание каждого из них.

1. *Оптимизация количества исполнителей.* Одним из критериев оптимальности может служить количество задействованных в проекте исполнителей. При этом в зависимости от установок менеджера проводится как минимизация, так и максимизация числа участвующих в проекте исполнителей. Формально количество назначенных на работы участников в модели (1) можно получить следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n \max_{j=1..m} (x_{ij}) . \quad (3)$$

Использование же выражения (3) в качестве целевой функции или ограничения в модели вида (1) не позволяет найти оптимальное решение методами линейного программирования. Возможно, существуют способы задать линейную целевую функцию и ограничения подобные (3), но авторам они неизвестны.

2. *Доступный период времени.* В ряде случаев исполнители могут начать и закончить работы только в определенные периоды времени, когда у них имеются требуемые для этого ресурсы. Для учета этого ограничения необходима информация от каждого исполнителя по возможным срокам начала b_{ij} и окончания e_{ij} работы, т.е. период времени, когда исполнитель готов выполнить работу. Тогда ограничения по каждой j -ой работе имеют вид

$$T_k \geq \sum_{i=1}^n b_{ij} x_{ij} , \quad (4)$$

$$T_k + \sum_{i=1}^n t_{ij} x_{ij} \leq \sum_{i=1}^n e_{ij} x_{ij} . \quad (5)$$

Если у какого-либо исполнителя таких периодов несколько, тогда рекомендуется добавлять «новых» исполнителей под каждый интервал, что позволит учесть и, возможно, разные t_{ij} и c_{ij} для разных периодов времени. Если же конкретный исполнитель не выдвигает ограничений на период времени, тогда следует b_{ij} задать нулевое значение, а e_{ij} – заведомо большое значение. Ограничения (4) и (5) не описывают случая, когда



требуется при назначении исполнителя учесть использование в будущем возможных свободных или полных резервов времени у работ (ограничения для подобного случая приведены в [9]).

3. *Запреты назначения.* В случаях, когда исполнитель не претендует на выполнение отдельных работ или есть запрет назначения со стороны менеджера проекта, указывается, что $x_{ij} = 0$. Запреты могут быть поставлены и путем присвоения c_{ij} заведомо больших значений (больше St). Для уменьшения же размерности запреты (переменные) могут быть просто исключены из модели.

4. *Предпочтение выбора.* В модель прямым образом могут быть добавлены предпочтения выполнения работ i -ым исполнителем j -ой работы, т.е. для отдельных работ можно указать, что $x_{ij} = 1$. Таким способом работа закрепляется сразу за определенным исполнителем, что требуется в случаях, когда на некоторые работы проекта уже выбран исполнитель или работа уже выполнена, однако требуется провести частичную (фрагментарную) оптимизацию проекта.

5. *«Связка» работ.* Предположим в проекте есть работы, которые требуется отдать «в одни руки». Например, есть две работы «разработка технического задания...» и «контроль результата и тестирование продукта...». Менеджер проекта считает, что обе работы должен выполнять исключительно один исполнитель, а не разные. При этом если одна работа начинается сразу после окончания другой, а связывающее их событие не имеет других дуг, то существует возможность объединения их в сетевой модели в виде одной работы. В противном случае назначения должны быть попарно равны для каждого исполнителя, что может быть отражено в модели системой уравнений следующего вида:

$$x_{iw} = x_{iu}, \quad (i = \overline{1, n}), \quad (6)$$

где w и u – номера работ, которые должны быть отданы «в одни руки».

6. *Невозможность параллельного выполнения работ* исполнителем. Существует определенная трудность учета в линейной модели случаев, когда одна работа не должна пересекаться по времени с другой, что было отмечено исследователями еще в период осуществления попыток описать классическую задачу теории расписаний – задачу Беллмана – Джонсона о станках [12] в виде модели линейного программирования.

Основная проблема здесь заключается в том, что требуется задать альтернативное ограничение: либо работа А начинается после окончания В, либо В – после А. Один из успешных приемов

обработки альтернативных условий предложен в [13], где для каждой пары работ А и В вводится целочисленная переменная Y_{AB} , принимающая значение 1, когда А предшествует В, или 0, когда В предшествует А. Тогда альтернативное условие записывается в виде двух неравенств:

$$\begin{cases} MY_{AB} + (T_B - T_A) \geq t_A \\ M(1 - Y_{AB}) + (T_A - T_B) \geq t_B \end{cases}, \quad (7)$$

где t_A и t_B – известные длительности работ А и В; T_A и T_B – искомые начала выполнения работ А и В; M – большое число, константа, заданная таким образом, чтобы обеспечить превращение одного из условий в избыточное ограничение.

Данный прием легко реализуется в модели (1), если ограничение накладывается на всех исполнителей, т.е. две или более работ не пересекаются по времени при любом назначении исполнителей:

$$\begin{cases} MY_{AB} + (T_B - T_A) \geq \sum_{i=1}^n t_{i,A} x_{i,A} \\ M(1 - Y_{AB}) + (T_A - T_B) \geq \sum_{i=1}^n t_{i,B} x_{i,B} \end{cases}. \quad (8)$$

Условие же невозможности параллельного выполнения двух работ конкретным исполнителем задается в следующем виде:

$$\begin{cases} M(2 - (x_{D,A} + x_{D,B})) + MY_{AB} + (T_B - T_A) \geq t_{D,A} x_{D,A} \\ M(2 - (x_{D,A} + x_{D,B})) + M(1 - Y_{AB}) + (T_A - T_B) \geq t_{D,B} x_{D,B} \end{cases}, \quad (9)$$

где D – номер исполнителя, выдвигающего условие на непересечение работ А и В во времени при его назначении на обе работы.

Ограничения (9) корректны и в случае, когда исполнитель D не назначается на работы А и (или) В.

7. *Ограничения по компетенции и надежности исполнителей.* Ранее авторами предлагалась многокритериальная постановка задачи (1), учитывающая наряду с длительностью и стоимостью выполнения работы оценки компетенции и надежности каждого исполнителя, применительно к задаче формирования команды проекта в рамках виртуального предприятия [8].

Кроме ограничений на суммарную (среднюю) компетенцию (или, например, надежность агента), которые легко вводятся в модель (1), в ряде случаев требуется произвести назначения таким образом, чтобы максимизировать минимальную компетенцию среди назначаемой группы исполнителей. Другими словами, на практике требуется избежать ситуации, связанной с назначением на выполнение некоторых работ исполнителей с низкими значениями названных показателей.



Одним из способов решения данной проблемы является исключение на этапе формирования математической модели исполнителей с определенным уровнем компетенции, который ниже заданного минимального порогового значения. Другой способ заключается в постепенном увеличении ограничения на минимальную компетенцию. В этом случае после нахождения решения без ограничений на компетентность ищется минимальная компетенция из назначений «исполнитель – работа», после чего устанавливаются определенные запреты (или исключаются соответствующие неизвестные) для всех пар «исполнитель – работа», где компетенции ниже или равны найденной минимальной. После успешного нахождения новых решений о назначениях данную процедуру можно повторять многократно, до получения удовлетворяющего менеджера результата.

В заключение следует отметить, что модели оптимального назначения исполнителей работ проекта могут не иметь решения при заданных ограничениях, тогда следует либо изменить или снять определенные ограничения, либо искать новых исполнителей работ, либо перестраивать саму сетевую модель проекта. Предложенные в статье модели реализуют задачи смешанного целочисленного математического программирования, для решения которых в настоящее время существует широкий спектр программных средств, включая расширение Solver в MS Excel, LPSolve с IDE и CPLEX Optimizer. Следует также заметить, что представленные модели носят общий постановочный характер, и при решении конкретных практических задач требуется их адаптация и интерпретация полученных результатов.

Список литературы

1. Hayes S. Complex Project Management Global Perspectives and the Strategic Agenda to 2025. The task force report. ICCPM : Kingston, 2012. 64 p.
2. Баркалов С. А., Воропаев В. И. [и др.]. Математические основы управления проектами / под ред. В. Н. Буркова. М., 2005. 423 с.
3. Зуховицкий С. И., Радчик И. А. Математические методы сетевого планирования. М., 1965. 296 с.
4. Балаш В. А., Фирсова А. А., Чистопольская Е. В. Специфика оценки эффективности инновационных проектов с использованием портфельного подхода // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. 2012. Т. 12, вып. 2. С. 73–77.
5. Воропаев В. И., Гельруд Я. Д. Математические модели проектного управления для заинтересованных сторон // Управление проектами. 2012. № 4 (32). С. 258–269.
6. Лазарев А. А., Гафаров Е. Р. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы. М., 2011. 222 с.
7. Kolish R., Padman R. An Integrated Survey of Project Scheduling // Manuscripte aus den Institut fur Betriebswirtschaftslehre. Kiel, 1997.
8. Катаев А. В. Виртуальные бизнес-организации. СПб., 2009. 120 с.
9. Катаев А. В., Катаева Т. М. Оптимизация длительности выполнения проекта за счет выбора исполнителей работ : математические модели и методические приемы // Вестн. Таганрог. ин-та управления и экономики. 2015. № 2 (22). С. 100–103.
10. Kelley J. E., Walker M. R. Critical Path Planning and Scheduling : An Introduction. Mauchly Associates, Ambler, PA, 1959.
11. Kelley J. E. Critical-Path Planning and Scheduling : Mathematical Basis // Operations Res. 1961. Vol. 9. P. 296–320.
12. Johnson S. M. Optimal two- and three-stage production schedules with setup times included // Nav. Res. Log. Quart. 1954. Vol. 1, № 1. P. 61–68.
13. Manne A. S. On the job-shop scheduling problem // Operat. Res. 1960. № 2. P. 219–223.

Project Management: Mathematical Models of Optimal Executors' Appointment for Project Works

A. V. Kataev

Southern Federal University,
1, Engels str., Taganrog, 347928, Russia
E-mail: kataev@kataev.ru

T. M. Kataeva

Southern Federal University,
1, Engels str., Taganrog, 347928, Russia
E-mail: tm@kataeva.ru

E. L. Makarova

Southern Federal University,
1, Engels str., Taganrog, 347928, Russia
E-mail: helen_makarova@mail.ru

Introduction. The majority of projects implemented in the world community exceeds in duration and cost limits indicated on the planning phase, so they are not successfully executed. In our opinion, the main reason for this situation is the complexity of the optimal selection and appointment of executors to perform main project work, coupled with the lack of consideration for a number of important factors. **Theoretical analysis.** Theory and practice of project management and operations research proposed a number of optimization models for drafting work schedules taking into account their interrelationships, as well as the necessary resources. These models are usually referred to a class of extremely NP-hard, which explains some difficulties for their effective implementation into practice. **Methodology.** The basic problem of optimal selection and executors' appointment for project work, which takes into account the topology of the network schedule, as well as the optimization criterion serving the duration of the project is researched. In researched model the limits on the total cost of all the work for the project are set, and it is determined that only one executor is involved for each job, which, if necessary, is able to perform a number of tasks. **Results.** During the research more significant limitations, which are implemented in the model and



can significantly expand the scope and improve the efficiency of its use in practice, were developed by authors. The article provides a detailed description of the meaningful data limitations, as well as their correct formalization.

Key words: project management, appointment of executors, scheduling theory, mathematical models, roadmap project.

References

1. Hayes S. *Complex Project Management Global Perspectives and the Strategic Agenda to 2025*. The task force report. ICCPM : Kingston, 2012. 64 p.
2. Barkalov S. A., Voropayev V. I. et al. *Matematicheskie osnovy upravleniia proektami* [Mathematical Foundations of project management. Ed. by V. N. Burkov]. Moscow, 2005. 423 p.
3. Zukhovitskiy S. I., Radchik I. A. *Matematicheskie metody setevogo planirovaniia* [Mathematical methods of network planning]. Moscow, 1965. 296 p.
4. Balash V. A., Firsova A. A., Chistopolskaya E. V. Spetsifika otsenki effektivnosti innovatsionnykh proektov s ispol'zovaniem portfel'nogo podkhoda [Specific of Evaluation of Innovative Projects Effectiveness Using Portfolio Approach]. *Izv. Saratov Univ. (N.S.), Ser. Economics. Management. Law*, 2012, vol. 12, iss. 2, pp. 73–77.
5. Voropayev V. I., Gel'rud Ya. D. Matematicheskie modeli proyektного upravleniia dlia zainteresovannykh storon [Mathematical models for project management stakeholders]. *Upravlenie proektami* [Project management], 2012, no. 4 (32), pp. 258–269.
6. Lazarev A. A., Gafarov E. R. *Teoriia raspisaniy. Zadachi i algoritmy* [Theory schedules. The tasks and algorithms]. Moscow, 2011. 222 p.
7. Kolish R., Padman R. An Integrated Survey of Project Scheduling. *Manuscripte aus den Institut fur Betriebswirtschaftslehre*. Kiel, 1997.
8. Katayev A. V. *Virtual'nyie biznes-organizatsii* [Virtual business organizations]. St. Petersburg, 2009. 120 p.
9. Katayev A. V., Katayeva T. M. Optimizatsiia dlitel'nosti vypolneniia proekta za schet vybora ispolniteley rabot: matematicheskie modeli i metodicheskie priemy [Optimization of the project duration due to the choice of the executors' work: mathematical models and methods]. *Vestnik TMEI* [Bulletin of the Taganrog institute of management and economy], 2015, no. 2 (22), pp. 100–103.
10. Kelley J. E., Walker M. R. *Critical Path Planning and Scheduling: An Introduction*. Mauchly Associates, Ambler, PA, 1959.
11. Kelley J. E. Critical-Path Planning and Scheduling: Mathematical Basis. *Operat. Res.*, 1961, vol. 9, pp. 296–320.
12. Johnson, S.M. Optimal two- and three-stage production schedules with setup times included. *Nav. Res. Log. Quart.* 1954, vol. 1, no. 1, pp. 61–68.
13. Manne A. S. On the job-shop scheduling problem. *Operat. Res.*, 1960, no. 2, pp. 219–223.

УДК 330.562.338.48

КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА

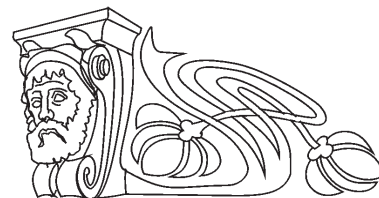
В. Н. Павлов

аспирант кафедры менеджмента организации, Поволжский институт управления имени П. А. Столыпина – филиал РАНХиГС при Президенте РФ, Саратов
E-mail: valera342013@yandex.ru

А. В. Вавилина

кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента, Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва
E-mail: vavilinaalla@mail.ru

Введение. Малый бизнес в сельском хозяйстве имеет важнейшее значение и является фактором развития конкурентных отношений в современной России. Сегодня существует комплекс разнообразных проблем, препятствующих усилению роли малых предприятий в сельском хозяйстве. **Эмпирический анализ.** Показатели технической оснащенности сельхозпроизводителей и нагрузки на сельскохозяйственную технику в России сопоставлены с аналогичными данными в развитых странах мира и сделан вывод о значительном отставании российского аграрного сектора от зарубежных стран. Анализ деятельности ОАО «Росагролизинг» позволил выявить



недостатки в работе компании и сформулировать предложения относительно развития рынка лизинга в России, к числу которых относятся рассредоточение государственного капитала и дальнейшее расширение предложения на рынке льготного лизинга и кредитования сельхозпроизводителей на покупку сельскохозяйственной техники; расширение базы предложения сельскохозяйственной техники для лизинга. **Заключение.** Модернизация сельскохозяйственных предприятий малого бизнеса предполагает проведение комплексных мероприятий по трем основным направлениям: обновлению материально-технической базы малых предприятий; внедрению инновационных технологий в сельскохозяйственное производство; модернизации управления малыми предприятиями. Состояние материально-технической базы сельскохозяйственных предприятий можно оценить как неудовлетворительное.

Ключевые слова: малый бизнес в сельском хозяйстве, лизинг, сельскохозяйственное кредитование, инновационные технологии в сельскохозяйственном производстве.

DOI: 10.18500/1994-2540-2016-16-3-299-305