

РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАЦИОНАЛЬНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ УЧЕТА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ В АЛТАЙСКОМ РЕГИОНЕ

С.Н.Воробьева

В статье приведена разработка метода рационального энергоснабжения автономных сельскохозяйственных потребителей на основе учета альтернативной энергии в Алтайском регионе.

Ключевые слова: альтернативные, источники, энергии, сельский, автономный, метод, оптимальный, энергоснабжение, рациональное.

Постановка проблемы.

Разработка метода рационального энергоснабжения автономных сельскохозяйственных потребителей на основе учета альтернативной энергии в Алтайском регионе осложняется наличием двух проблем.

Во-первых - при оценке предварительных затрат на снабжение автономных потребителей при совместном использовании различных видов энергии возникает необходимость разработки «прозрачной» методики, позволяющей проводить графическую интерпретацию полученных результатов с небольшими затратами по времени.

Во вторых - при разработке системы энергоснабжения автономных сельскохозяйственных потребителей на основе совместного использования различных видов энергии в Алтайском регионе необходимо оптимизировать такую систему. Оптимизация обычно предусматривает формирование целевой функции, ее критериев и ограничений [1]. Однако проведенное нами исследование многочисленных зависимостей цены ветрогенераторов, биоустановок, солнечных модулей и мини ГЭС в долл. от мощности в кВт показало, что, во первых, такие трехмерные зависимости не имеют локальных провалов и выпуклостей (поскольку при росте мощности установки возрастает и цена – это тем более справедливо к усредненным значениям), во вторых, они уже имеют экстремальные (минимальные и максимальные) значения, положения которых очевидно и заранее определено (лежат на пересечении осей мощностей разных установок), в третьих - ограничения уже определены условиями задачи (ценой и мощностью выпускаемого оборудования). Следовательно, обычные методы оптимизации

в данном случае применять нет смысла [2], [3]. Кроме того, потребителей энергии обычно интересуют три варианта возможного энергоснабжения: наиболее дешевый, наиболее надежный, либо вариант с минимальным временем окупаемости вложений, из которых они предпочитают сами выбирать наиболее приемлемый для каждого из них, поскольку финансовое положение, личные предпочтения, долгосрочные планы и другие особенности у каждого потребителя сугубо индивидуальны.

Для решения первой проблемы нами предложено суммировать математические выражения, описывающие линии тренда зависимостей цены различных видов оборудования от мощности. В результате суммирования были получены оценки суммарных затрат при использовании различных альтернативных источников энергии, представленные в виде трехмерных поверхностей изменения цены оборудования в долларах от мощности в кВт. По ним и определялись предварительные затраты на снабжение автономных потребителей при совместном использовании различных видов энергии. [4]

Для примера для оценки предварительных затрат при совместном использовании, биоустановок и ветрогенераторов, разработан алгоритм, по результатам работы которого в среде Matlab [5] построена трехмерная поверхность затрат при совместном использовании биоустановок и ветрогенераторов (рисунок 1).

Аналогично построены трехмерные поверхности оценки затрат при совместном использовании солнечных модулей, мини ГЭС, ветрогенераторов и биоустановок (рисунок 2).

Из рисунка 2 следует, что затраты при

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 4 2012

РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАЦИОНАЛЬНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ УЧЕТА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ В АЛТАЙСКОМ РЕГИОНЕ

совместном использовании биоустановок и ветрогенераторов более значительны, чем затраты при совместном использовании солнечных модулей и мини ГЭС, однако в отдельных зонах показанные поверхности пересекаются, что свидетельствует о примерно сопоставимых затратах.

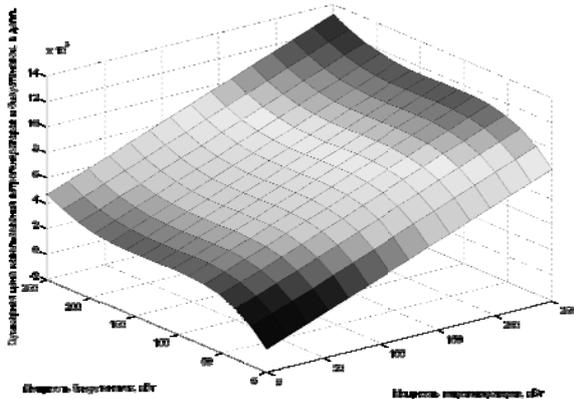
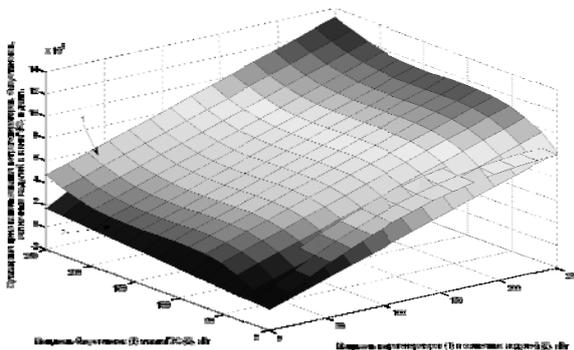


Рисунок 1 – Затраты при совместном использовании биоустановок и ветрогенераторов



1- затраты при совместном использовании биоустановок и ветрогенераторов;
2- затраты при совместном использовании солнечных модулей и мини ГЭС

Рисунок 2 – Наложение на одном графике зависимости суммарной цены ветрогенераторов, биоустановок, солнечных модулей и мини ГЭС в долл. от мощности в кВт

Аналогично произведена разработка методики оценки затрат на снабжение автономных потребителей при совместном использовании двух традиционных источников энергии, четырех альтернативных источников энергии и четырех традиционных источников энергии.

Для решения второй проблемы нами разработан метод рационального энергоснабжения автономных потребителей на основе усредненных данных мощности и стоим-

мости оборудования, рейтинга источников энергии, минимума приведенных затрат, минимума времени окупаемости проекта и энергоснабжения от альтернативных и традиционных источников энергии.

В упомянутом методе из известных экономических методик используется методика, основанная на расчете приведенных затрат [6]. Структура предложенного метода рационального энергоснабжения автономного сельскохозяйственного потребителя приведена на рисунке 3, а его составляющие описаны ниже.

При оптимизации энергоснабжения автономных потребителей в Алтайском регионе с учетом альтернативных источников энергии возникает проблема адекватного распределения мощности потребителя по альтернативным видам энергии, которая заключается в следующем. Входные данные, касающиеся альтернативных источников, представлены, как правило, как в цифровой форме, с различной размерностью, так и в нечетких терминах (низкий, средний, высокий). Интерпретировать такие данные с целью оценки рейтинга (цифрового значения, зависящего как от цифр, так и от нечеткой термов) альтернативных источников сложно без использования нечетких логики. В отличие от традиционной формальной логики, оперирующей точными и четкими понятиями типа истина и ложь, да и нет, ноль и единица, нечеткая логика имеет дело со значениями, лежащими в некотором (непрерывном или дискретном) диапазоне.



Рисунок 3 – Структура метода рационального энергоснабжения автономного потребителя с использованием альтернативных источников энергии

Функция принадлежности элементов к заданному множеству также представляет собой не жесткий порог "принадлежит - не принадлежит", а плавную сигмоиду, проходящую все значения от нуля до единицы [7]. Понятно, что оперировать такими вещественными величинами значительно сложнее, чем двоичными разрядами, однако для этого есть веские основания. Многие понятия не укладываются в рамки традиционной бинарной логики. Так есть ряд дополнительных соображений, влияющих на целесообразность и надежность получения энергии тем ли иным альтернативным или традиционным источником. Это энергетический ресурс (количество энергии), среднесуточное количество энергоресурса в течение года (вероятность наличия энергоресурса в течение года), экономический потенциал вида энергии, возможности автономного потребителя энергии в плане размещения оборудования для получения энергии, воздействие на окружающую среду и на человека. Попытки "загнать" некоторые из приведенных понятий в конкретные числовые рамки либо недопустимо огрубят предметную область, либо чрезмерно усложнят решение задачи [7]. Нечеткая логика предлагает более элегантное решение для подобных ситуаций. Сначала описывают какое-либо качественное понятие (низкий, средний, высокий) некоторой функцией распределения, подобной вероятностным функциям, которое далее используют уже как точное, не заботясь более о его "нечеткой" природе. Теория нечеткой логики позволяет выполнять над такими величинами весь спектр логических операций: объединение, пересечение, отрицание и др.

В связи, с чем нами разработана система нечеткой логики для определения рейтинга альтернативных источников (в среде Fuzzy Logic Toolbox). [8] Структурная схема системы представлена на рисунке 4. [9]

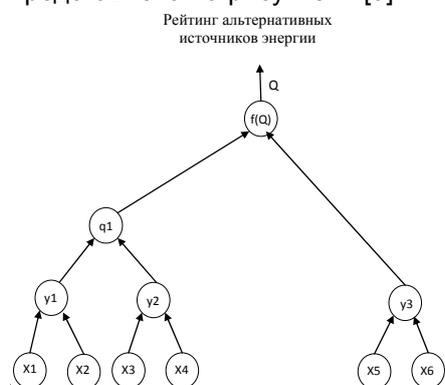


Рисунок 4 - Иерархическая структурная

схема нечеткого логического вывода для альтернативных источников энергии

В таблице 1 приведены влияющие факторы к рисунку 4.

Для получения результатов нечеткого вывода по заданным параметрам используются нечеткие базы знаний типа Mamdani.

Чтобы рассчитать вероятность Q_{XB} наличия энергоресурса в течение года для энергии ветра в конкретном районе Алтайского региона нами предложено приравнять максимальную среднегодовую скорость ветра V_c по районам Алтайского края из [10] к 100 процентам вероятности, взять среднегодовую скорость ветра V_x для конкретного (интересующего нас) района Алтайского края, и составить пропорции, где неизвестной величиной является вероятность наличия в процентах энергоресурса ветра в течение года в интересующем районе: [11]

$$Q_{XB} = \frac{100 \cdot V_x}{V_c}, \% . \quad (1)$$

Таблица 1 – Совокупность влияющих факторов к рисунку 4

| Обозначение фактора | Описание фактора |
|---------------------|---|
| x1 | Энергетический ресурс (количество энергии) |
| x2 | Среднесуточное количество энергоресурса в течение года (вероятность наличия энергоресурса в течение года) |
| x3 | Экономический потенциал вида энергии |
| x4 | Себестоимость производства 1 кВт·час |
| x5 | Возможности автономного потребителя энергии в плане размещения оборудования для получения энергии |
| x6 | Воздействие на окружающую среду и на человека |
| y1, y2, y3, q1 | Укрупненные влияющие факторы |
| Q | Корень дерева – рейтинг альтернативных источников энергии |

Аналогично рассчитывают вероятность Q_{Xc} наличия энергоресурса в течение года для солнечной энергии, только за 100 процентов берется, соответственно, максималь-

РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАЦИОНАЛЬНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ УЧЕТА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ В АЛТАЙСКОМ РЕГИОНЕ

ное количество солнечных дней в Алтайском крае, а количество солнечных дней в году в интересующем нас районе Алтайского края приведено в работе [10], принимается за

$$\text{---}, \% . \quad (2)$$

Вероятность наличия энергоресурса в течение года для биоэнергии может быть найдена исходя из того, что за последние 10 лет падеж живности и естественная убыль, в том числе плановый забой, не превысил (например, для конкретного фермерского хозяйства), следовательно, вероятность наличия энергоресурса в течение года для биоэнергии может быть найдена по

соотношению:

$$, \% . \quad (3)$$

Вероятность наличия энергоресурса в течение года для энергии малых рек может быть вычислена как коэффициент общего речного стока по [12] для природного района, где расположен интересующий нас район.

Предложенное нами определение замещающей мощности для каждого из видов альтернативных источников энергии на основе системы нечеткой логики производят в соответствии с алгоритмом, изображенным на рисунке 5. [13]

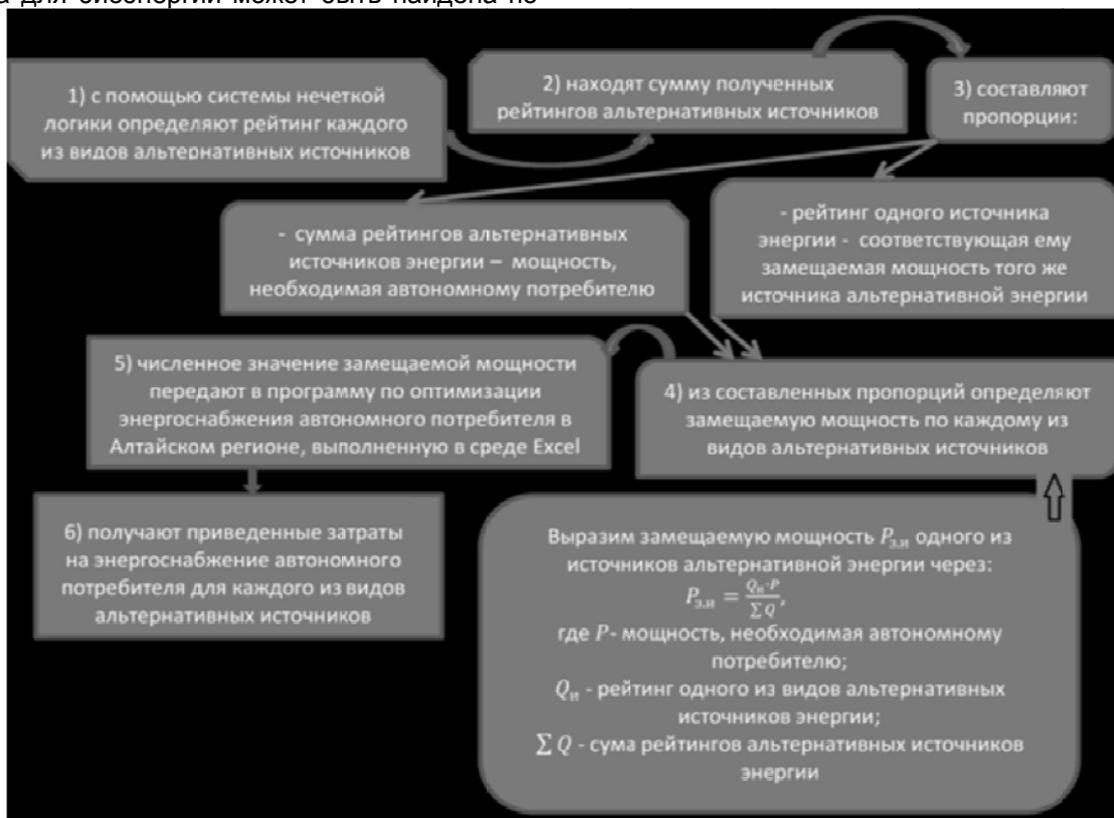


Рисунок 5 - Определение замещающей мощности для каждого из видов альтернативных источников энергии на основе системы нечеткой логики

Предложенное нами определение замещающей мощности для каждого из видов альтернативных источников энергии по минимуму приведенных затрат производят в соответствии с алгоритмом, приведенным на рисунке 6.

Предложенное нами определение замещающей мощности для каждого из видов альтернативных источников энергии по минимуму времени окупаемости производят в соответствии с алгоритмом, приведенным на рисунке 7.

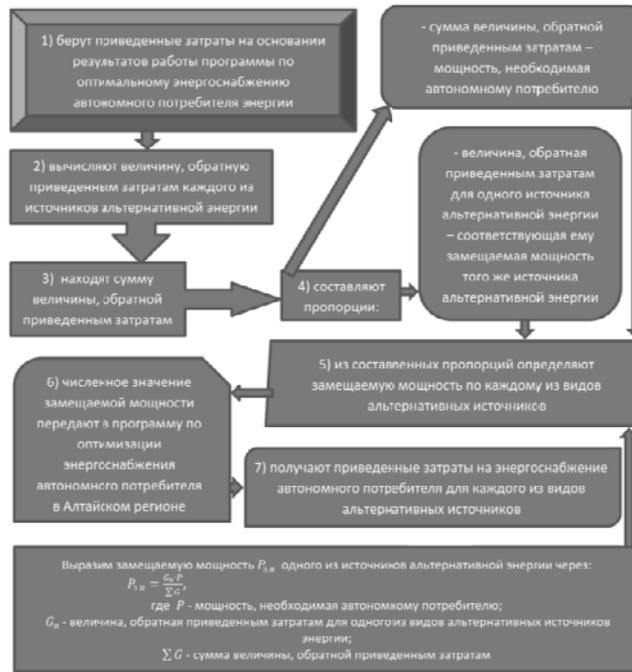


Рисунок 6 - Определение замещаемой мощности для каждого из видов альтернативных источников энергии по минимуму приведенных затрат

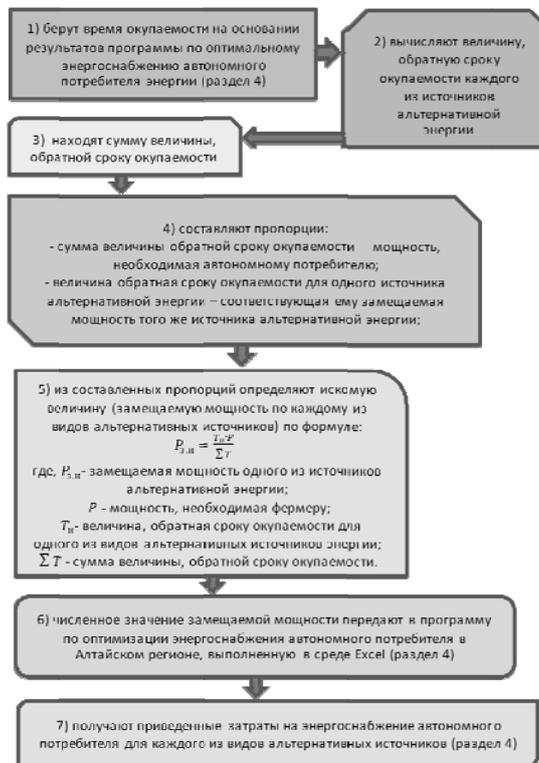


Рисунок 7 – Алгоритм определения замещаемой мощности для каждого из видов альтернативных источников энергии по минимуму времени окупаемости

РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАЦИОНАЛЬНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ УЧЕТА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ В АЛТАЙСКОМ РЕГИОНЕ

Выводы.

1. Разработана методика, позволяющая производить предварительную оценку затрат на энергоснабжение автономных потребителей при совместном использовании различных видов энергии с графической интерпретацией полученных результатов и с небольшими затратами по времени.

2. Разработан метод рационального энергоснабжения автономных сельскохозяйственных потребителей от альтернативных и традиционных источников энергии, при котором становится возможен выбор либо наиболее дешевого варианта энергоснабжения автономного потребителя, либо наиболее надежного, либо варианта с минимальным временем окупаемости вложений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженера [Текст] / О.П. Кузнецов, Г.М. Адельсов-Вельский. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 480 с. (с. 411-472).

2. Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения [Текст] / Р.Л. Кини, Х. Райфа; пер. с англ.; под ред. Н.Ф. Шахнова. – М.: Радио и связь, 1981. – 500 с. (с. 17-78).

3. Снапелев Ю.М. Моделирование и управление в сложных системах [Текст] / Ю.М. Снапелев, В.А. Старосельский. – М.: Советское радио, 1974. – 264 с. (с. 110-240).

4. Воробьева, С.Н. Разработка методики оценки предварительных затрат на энергоснабжение автономных потребителей при совместном использовании различных видов энергии / С.Н. Воробьева, Н.П. Воробьев // X Международная научно-практическая интернет-конференция " Энерго- и ресурсосбережение - XXI век ", г. Орел, 01 марта по 30 июня 2012 г./ Секция: Проблемы энергоресурсосбережения и безопасной эксплуатации зданий, сооружений и городских территорий. 4 с. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2012]. – Режим доступа: http://www.gu-unpk.ru/file/science/confs/current/ee/publ/S.3_RRSRRR_RRR_RRSRRSRRR_2_2003.doc. – Загл. с экрана.

5. Дьяконов В.П. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5. Основы применения. Полное руководство пользователя [Текст] / В.П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2002. – 768 с.

6. Кобелев А.В., Повышение эффектив-

ности систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. - М., Тамбов, 2004. – С. 38 - 70.

7. Этот нечеткий, нечеткий, нечеткий мир. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М., [2012]. – Режим доступа: <http://www.tora-centre.ru/library/fuzzy/fuzzy.htm>- Загл. с экрана.

8. Штовба С.Д., Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с., ил.

9. Воробьева, С.Н. Разработка системы нечеткой логики для определения рейтинга альтернативных источников энергии / С.Н. Воробьева, Н.П. Воробьев // X Международная научно-практическая интернет-конференция " Энерго- и ресурсосбережение - XXI век ", г. Орел, 01 марта по 30 июня 2012 г./ Секция: Энерго- и ресурсосбережение в агропромышленном комплексе. 3 с. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2012]. – Режим доступа: http://www.gu-unpk.ru/file/science/confs/current/ee/publ/s_6_AltGTU_EPB_Vorobev.docx. – Загл. с экрана.

10. Куликова Л.В. Научный отчет по гранту: «Катунской ГЭС - разумную альтернативу». - М., Новосибирск, 2004 – с. 150.

11. Воробьева, С.Н. Оценка вероятности наличия энергоресурса в течение года для альтернативных видов энергии применительно к Алтайскому региону / С.Н. Воробьева, Н.П. Воробьев // X Международная научно-практическая интернет-конференция " Энерго- и ресурсосбережение - XXI век ", г. Орел, 01 марта по 30 июня 2012 г./ Секция: Управление энерго- и ресурсосбережением на промышленных предприятиях. 2 с. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2012]. – Режим доступа: http://www.gu-unpk.ru/file/science/confs/current/ee/publ/s.7Vorobev_1.docx. – Загл. с экрана.

12. Куликова Л.В. Основы использования возобновляемых источников энергии. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2008]. – Режим доступа: http://ecoclub.nsu.ru/altenergy/common/common2_1_1.shtml. – Загл. с экрана.

13. Воробьева, С.Н. Определение замещаемой мощности альтернативных источников энергии на основе системы нечеткой логики, по приведенным затратам и по сроку окупаемости проектов / С.Н. Воробьева // X Международная научно-практическая интернет-конференция " Энерго- и ресурсосбережение - XXI век ", г. Орел, 01 марта по 30

С.Н.ВОРОБЬЕВА

июня 2012 г./ Секция: Энерго- и ресурсосбережение в агропромышленном комплексе. 4 с. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2012]. – Режим доступа: http://www.gu-unpk.ru/file/science/confs/current/ee/publ/s.6Vorobeveva_1.docx. - Загл. с экрана.

Воробьева Светлана Николаевна, кафедра Электрifiкация производства и быта, Алтайский государственный технический университет (Барнаул), тел. (3852) 63-74-74, E-mail: vnprol51p@ya.ru