

ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОЭНЕРГИИ ИЗ ОТХОДОВ  
ЛЕСОЗАГОТОВОК И ДЕРЕВООБРАБОТКИPRODUCTION OF ELECTRICAL POWER AND HEAT FROM THE WASTES OF LOGGING  
AND WOODWORKING INDUSTRY

**Ключевые слова:** древесные отходы, биоресурсы, биоэнергетика, ТЭС, электрическая энергия, себестоимость, окупаемость, кредиты.

**Keywords:** wood wastes, biological resources, bioenergy, thermal power plants, electric power, prime cost, loans.

В процессе лесозаготовки неизбежно образование отходов лесозаготовок и деревообработки. При этом его удельный вес будет возрастать с увеличением глубины переработки. Страны ЕС, взяв курс их сжигания на ТЭС и получение тепла и электричества, РФ с учетом наличия огромного количества ресурсов намерены в этом направлении развиваться. Этому же способствует рост цен на покупные энергоресурсы. На примере лесозаготовительного предприятия ООО «Петров», арендатора лесных площадей Боровлянского лесничества Главного управления природных ресурсов и экологии Алтайского края показан возможный вариант использования отходов производства. Произведена оценка ресурсов исходя из определенных арендным договором объемов заготовок и предлагаемым объемом переработки полученной при этом древесины. Рассмотрен баланс возможного потребления тепловой энергии в лесном селе Чеканиха на объектах производственной сферы и электрической энергии на производственных объектах и энергетический потенциал древесных отходов, образующихся при заготовке и переработке леса. Показано, что производства ООО «Петров» и объекты бюджетной сферы села (школа, детсад, клуб, администрация) могут быть полностью обеспечены тепловой и электрической энергией, произведенной с использованием отходов собственного производства. Подтверждением тому являются отчетные данные ОАО Ларичихинский ЛПХ Тальменского района с близкими объемам заготовки и переработки древесины за 2013 г. и произведенными затратами тепло- и электроэнергии. Себестоимость производства теплоэнергии позволяет окупить вложенные капитальные затраты за 2,5 года и в дальнейшем работать на прибыль.

In the process of forest exploitation the wastes of logging and woodworking are inevitable. Waste amounts will increase with the depth of processing. The EU countries hold a course for burning wastes at thermal power plants to generate heat and electricity; the Russian Federation with huge amounts of that resource takes steps in that direction. The rising prices for purchased energy contribute to that. The case of a timber company ООО "Petrov", which leases forest land of the Borovlyanskiy Forest District of the Main Department of Natural Resources and Ecology of the Altai Region is studied; a possible use of wood waste products is shown. The resources are estimated on the basis of logging volumes determined by the lease contract and the estimated timber processing volume. The following is considered: a possible balance of thermal and electrical energy consumption in the forest village of Chekanikha in production facilities and energy potential of wood waste generated during timber logging and processing. It is shown that the production facilities of the ООО "Petrov" and the public facilities of the rural community (school, kindergarten, club, administration) may be fully supplied with heat and electricity generated from the available production wastes. Such conclusion is proved by the reported data of a timber company of the ОАО Larichikhinskiy LPKh of the Talmenskiy District with similar volumes of timber logging and processing for 2013, and by the figures of heat consumption. The cost of heat production enables recouping the capital costs for 2.5 years and making profit further on.

**Семенов Михаил Иванович**, к.э.н., доцент каф. лесного хозяйства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-63-52. E-mail: agaukafles@mail.ru.

**Semenov Mikhail Ivanovich**, Cand. Econ. Sci., Assoc. Prof., Chair of Forestry, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-63-52. E-mail: agaukafles@mail.ru.

**Введение**

Наиболее острой проблемой во взаимоотношениях «человек-природа» является рационализация использования природных ресурсов на основе принципа неистощительности и постоянства, среди которых леса играют одну из ведущих ролей. Быстрый рост потребностей в лесных ресурсах и в продуктах их пе-

реработки ведет к наращиванию мощностей по лесопользованию.

Повсеместно внедренный, особенно в освоенных лесах, цикл «лесозаготовка-лесовосстановление» обусловил парадоксальный дефицит в лесных ресурсах на фоне общего достатка их в стране. Вместо повышения уровня использования лесных ресурсов

основное внимание обращается на минимум номенклатуры и максимум объемов их производства, что влечет появление большего количества различных отходов биологического характера.

В 2007 г., с принятием Лесного кодекса ФЗ-200 – декабрь 2006 г., лесхозы прекратили свое существование, на их базе были созданы коммерческие предприятия, работающие на арендованных до 49 лет лесных участках, являющиеся собственностью государства.

Одной из главных целей арендаторов является получение прибыли. Не вдаваясь в глубину возможных вариантов его максимального получения, остановимся на одном варианте использования древесных отходов производства на организацию собственного производства тепловой и электрической энергии.

Интерес к этому вопросу на практике актуален потому, что происходит непрерывный рост тарифов на энергоресурсы, лимитирование потребления, а если учитывать то, что сегодня затраты на электрическую и тепловую энергию составляют в структуре себестоимости до 25%, появляется необходимость в альтернативной, собственной, полученной за счет использования на ТЭС в качестве топлива, имеющихся отходов лесозаготовок, деревообработки, мелкотоварной и дровяной древесины.

К сожалению, в РФ сооружение собственных паротурбинных электростанций не получило широкого распространения, а в крае их нет. Это связано с относительно большими стартовыми капиталовложениями, сложностями с получением разрешения работать на местные электрические сети, а также с недостаточной информированностью собственников предприятий об экономической эффективности производства собственной тепловой и электрической энергии.

Рост цен на покупные энергоресурсы стимулирует предприятия более полно использовать древесину в качестве топлива для теплостанций. Речь идет об установках малой единичной мощности. В России за последние 50 лет электростанции, работающие на древесном топливе, по мере их физического износа закрывались и предприятия переходили на электроснабжение от государственных электросетей. В настоящее время действует всего несколько ТЭС на древесном топливе, и строятся 2-3 новых. Это происходит в основном из-за отсутствия у предприятий достаточных средств для капиталовложений и дороговизны долгосрочных кредитов. Но при этом имеет место недостаточное осознание собственниками и менеджментом предприятий-арендаторов возможностей и экономической эффективности энергетики с использованием древесного топлива.

В 2007 г. ФГУП ГНЦ ЛПК провел анкетное обследование предприятий ЛПК с целью установления масштабов использования ими древесины для выработки энергии. Удалось собрать сведения об использовании топлива для выработки энергии на 436 крупных и средних предприятиях лесопромышленного комплекса во всех многолесных округах. Данные анкетного обследования свидетельствуют, что используемые отходы лесозаготовок и дровяная древесина составляют не более 1% энергетического ресурса. При этом оказалось, что выработкой электроэнергии занимаются только 16 тепловых электростанций с установленной электрической мощностью 1190 мВт, электрическая мощность отдельных ТЭС находится в широком диапазоне – от 0,6 до 464 МВт.

Обследования показали, что себестоимость производимой на предприятиях ЛПК тепловой энергии колеблется от 350 до 1200 руб./Гкал, при действующих 500-1600 руб./Гкал, себестоимость электроэнергии – от 0,4 до 1,3 руб./кВт·ч, не превышающих действующие тарифы, а иногда меньше в 2-3 раза. По мнению В.С. Суханова и А.Б. Левина [1, 2], успешное развитие лесной биоэнергетики возможно только при развитии деревообрабатывающих производств – основных потребителей энергии, особенно в местах, приближенных к лесозаготовкам, предпочтительно непосредственно в лесозаготовительных предприятиях.

Предлагаемый пример варианта расчета технико-экономических характеристик ТЭС на древесном топливе для небольшого лесозаготовительного предприятия, находящегося в таежном селе Чеканиха Усть-Пристанского района, арендатора лесных площадей Боровлянского лесничества Алтайского управления лесами возможно заинтересует предпринимателей в альтернативном использовании биомассы бросовой древесины.

#### Методические положения оценки ресурсов

Для оценки ресурсов древесного топлива в ООО «Петров» принят метод, который можно назвать нормативно-расчетным.

За базу для расчета ресурсов приняты реально возможные объемы выпуска продукции, при производстве которых образуется существенное количество отходов – лесозаготовительное производство, производство пиломатериалов, тары (табл. 1). Нормативы образования отходов приняты в соответствии с практическим опытом промпредприятий и результатами исследований, опубликованных в справочной и технической литературе.

Наиболее доступной для предприятий является дровяная древесина, остающаяся не реализованной, мелкотоварная от рубок ух-

да (прочистка, прореживание), сучья кроны деревьев, отходы деревообработки.

Таблица 1

**Предлагаемые объемы производства**

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение показателей
1	Уходные работы	га/м <sup>3</sup>	-
2	Заготовка древесины согласно проекту освоения лесов	пл. м <sup>3</sup>	25600
3	Производство пиломатериалов согласно проекту по сырью	м <sup>3</sup>	13000
4	Производство тары согласно проекту по сырью	м <sup>3</sup>	6000

Ресурсы топливной щепы из сучьев кроны деревьев и других лесосечных отходов рассчитаны исходя из многолетнего опыта использовавших этот вид древесной биомассы для различных производств и составивших 7,5% от объема заготовки леса.

При расчете ресурсов отходов лесопильного производства принят баланс раскряжки пиловочного сырья: пиломатериалы – 57%, кусковые отходы – 23,9, опилки – 13,3, потери на усушку и распил – 5,8%, т.е. реальные для использования ресурсы 43-5,8 = 37,2% от объема пиловочного сырья.

При расчете ресурсов древесного топлива из отходов производства комплектной деревянной ящичной тары выход готовой продукции из тарного кряжа равен 30%. Остаток в виде кусковых отходов в объеме 70% от исходного сырья включен в ресурс древесного топлива [3]. Полученные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Годовые ресурсы древесного сырья по производству топливной щепы**

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение показателей
1	Мелкотоварная древесная от рубок ухода на производство топливной щепы	пл. м <sup>3</sup>	-
2	Лесосечные отходы	пл. м <sup>3</sup>	$(25600 \cdot 0,75) / 100 = 1920$
3	Отходы лесопильного производства	пл. м <sup>3</sup>	$(13000 \cdot 37,2) / 100 = 4836$
4	Отходы тарного производства	пл. м <sup>3</sup>	$(6000 \cdot 70) / 100 = 4200$
	Итого доступных отходов	пл. м <sup>3</sup>	≈ 11000

**Основные характеристики потребителя энергии**

Данные для выбора варианта комплектации ТЭС оборудованием и расчета технико-экономических показателей взяты, учитывая фактические показатели ОАО «Ларичихинский ЛПХ», схожие с нашими (табл. 3), и использованы расчеты из источника [4].

Таблица 3

**Исходные данные для расчета**

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение показателей
1	Годовой ресурс древесного топлива	пл. м <sup>3</sup>	11000
2	Себестоимость собственного древесного топлива	руб/пл. м <sup>3</sup>	250
3	Возможный объем покупного топлива (топливная цена от соседних предприятий)	пл. м <sup>3</sup>	5000
4	Объем отапливаемых помещений, в т.ч. производственные (проект)	м <sup>3</sup>	20000, 15000
5	Объем сушки пиломатериалов (проект)	пл. м <sup>3</sup>	4000
6	Продолжительность отопительного сезона	сут.	223
7	Потребление теплоты сгорания на производственных объектах потребителями ЖКХ села	Гкал/год	1800
8	Цена теплоты по местным тарифам	руб/Гкал	1596
9	Установленная электрическая мощность технологического оборудования	кВт	600
10	Коэффициент загрузки технологического оборудования		0,8
11	Установленная мощность потребителей ЖКХ	кВт	-
12	Коэффициент спроса электроэнергии потребителей ЖКХ: в летний период в зимний период	- -	0,35 100
13	Цена электроэнергии по местным тарифам	руб/кВт·ч	4,6

На основании исходной информации расчетами установлены следующие величины, характеризующие потребление тепловой и электрической энергии. Они же заложены в исходные данные для расчета (табл. 3).

1. Максимальная тепловая мощность ТЭС, МВт 3,9
2. Средняя тепловая мощность ТЭС в зимний период, МВт 2,29
3. Средняя тепловая мощность ТЭС в летний период, МВт 0,67
4. Годовое потребление теплоты потребителями, Гкал 1800
5. Годовая выработка теплоты, Гкал 7000
6. Максимальная электрическая мощность потребителей, МВт 0,6
7. Средняя электрическая мощность ТЭС в зимний период, МВт 0,35
8. Средняя электрическая мощность ТЭС в летний период, МВт 0,24

- 9. Годовое потребление электроэнергии внешними потребителями, МВт·ч 911
- 10. Годовая выработка электроэнергии МВт·ч 2530
- 11. Низшая теплота сгорания, кДж/кг 7000

**Выбор основного оборудования.** Наиболее эффективным способом производства тепловой и электрической энергии является их совместное производство. Поэтому именно это направление производства энергии считается приоритетным в странах ЕС. В 2002 г. комиссией ЕС была принята директива, поддерживающая совместное производство тепловой и электрической энергии. Предложение комиссии сводится к тому, чтобы к 2010 г. все страны ЕС должны производить как минимум 18% от всей энергии с использованием когенерации [1].

Тип и характеристики оборудования определяются выбранной тепловой схемой. Из существующих с учетом неравномерности потребления теплоты принимаем схему ТЭС с турбинами с одним регулируемым отбором пара с использованием отечественного оборудования.

Взяв за основу данные [4] и применив теорию подобия, рассмотрим вариант комплектования ТЭС турбогенератором ОАО «Калужский турбинный завод» П 0,6-16/6 номинальной мощностью 600 кВт. По полученным данным ресурсов и мощностей выбираем тип и количество паровых котлов. Подбираем 2 котла ДКВР-10-12-225 ПМ, 1 из них в резерве. Учитывая производство требуемых котлов на ОАО «Бийск энергомаш», находящегося в 150 км от с. Чеканиха, возможно сократить транспортные издержки, упростить пусконаладочные работы, а также удешевить и упростить эксплуатацию.

**Теплота сгорания древесного топлива.** Низшая теплота сгорания рабочей массы древесного топлива для дровяной древесины, лесосечных и промышленных древесных отходов определяется по формуле [5]:

$$Q_1^f = 18 - \frac{W^f \text{ МДж}}{5 \text{ кг}},$$

где  $Q_1^f$  – низшая теплота сгорания;

$W^f$  – влага рабочей массы топлива, %.

При влажности 55% значение  $Q_1^f = 7,0 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}} = 7,0 \text{ ГДж/т}$ ,

55% – влажность свежесрубленной древесины, этому показателю приравниваем все вышеперечисленные ресурсы древесного топлива.

При средней плотности древесины в составе ресурса ( $\rho$ ) 800 кг/м<sup>3</sup> его энергетический потенциал можно определить как

$$\mathcal{E} = V^{\text{пот}} * \rho * Q_1^f,$$

где  $\mathcal{E}$  – энергетический потенциал ресурса древесины, пригодной энергетического использования, МДж;

$V^{\text{пот}}$  – ресурс древесины, пригодной для энергетического использования, м<sup>3</sup>, 11000 (табл. 2);

$\rho = 0,8$  – средняя плотность древесины;

$Q_1^f = 7,0 \text{ ГДж/т}$  – низшая теплота сгорания [6].

Результаты расчетов приведены в таблице 4.

**Таблица 4**  
**Оценка энергетического потенциала экономически доступного ресурса древесного топлива**

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение показателей
1	Экономически доступный ресурс древесного топлива	м <sup>3</sup>	11000
2	Энергетический потенциал ресурса древесного топлива	МДж	5600*11000 = 61600000 МДж

Низшая теплота сгорания для наших условий составляет 7,0 ГДж/т.

Теплота сгорания 1 м<sup>3</sup> древесного топлива при влажности свежесрубленной древесины (55%) достигает 5600 МДж.

При близком к оптимальному соотношению тепловой и электрической мощности из этого количества теплоты можно выработать 305 кВт·ч электроэнергии и отпустить внешним потребителям 0,72 Гкал тепловой энергии [7].

Соответственно, возможная выработка электрической энергии при наших ресурсах и энергетическом потенциале 61600000 МДж составляет 305\*11000 = 3355000 кВт·ч и отпуск внешнему потребителю – 0,72\*11000 = 7920 Гкал тепловой энергии.

Сравнив показатели схожего по объемам ОАО Ларичихинский ЛПХ (табл. 5), этого количества электроэнергии и тепла достаточно при двухсменной работе всего технологического оборудования для переработки заготовленной деловой, низкотоварной и мелкотоварной древесины на месте, т.е. в с. Чеканиха, в общем объеме 19 тыс. м<sup>3</sup> на пиломатериалы, тару, наладить производство сушки для выработки строганных изделий (табл. 1). Излишки при определенных условиях предлагается реализовать на сторону.

Стоимость рассматриваемого варианта строительства в с. Чеканиха Усть-Пристанского района ТЭЦ с одним турбогенератором с конденсатором бойлером ТГ = 06/0,4-К1,3 и двумя паровыми котлами ДКВР-10-13-225 паропроизводительного по 10 т/ч и всем необходимым вспомога-



ном оборудованием составит около 600 тыс. \$, или 21 млн руб. [4].

Таблица 5

**Объемы производства продукции потребления электричества и тепла в ОАО «Ларичихинский ЛПК»**

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Значение показателей
1	Заготовка древесины	пл. м <sup>3</sup>	26000
2	Производство пиломатериалов	пл. м <sup>3</sup>	13000
3	Производство клееных изделий	пл. м <sup>3</sup>	500
4	Сушка пиломатериалов	пл. м <sup>3</sup>	3000
5	Объем отапливаемых производственных помещений	м <sup>3</sup>	25928
6	Объем отапливаемых объектов соц. сферы	м <sup>3</sup>	14498
7	Потребление тепловой энергии на производственных помещениях	Гкал	2216
8	Потребление тепловой энергии на объекты соц. сферы	Гкал	1207
9	Потребление электроэнергии на производство	Квт·ч	910926

Себестоимость электроэнергии, вырабатываемой на собственной ТЭС, используемой древесное топливо, по данным, выполняемых ГНЦ ЛПК, составляет 2,2 руб./Квт·ч и себестоимость тепловой энергии – 620 руб./Гкал. Средний тариф на электроэнергию за ожидаемый срок окупаемости составит 4,3 руб./Квт·ч, а на тепловую энергию – не менее 1000 руб./Гкал [7].

Таким образом, энергетическое использование отходов и низкотоварной древесины дает экономию 2,1 руб. на 1 квт/ч. Экономия на тепловой энергии составляет 380 руб./Гкал, экономия, согласно расчетов ГНЦ ЛПК – около 846 руб./м<sup>3</sup>. При полном использовании экономически доступного ресурса древесного топлива для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии и замены ею покупных энергоресурсов суммарная годовая экономия составит 846\*11000 = 9,3 млн руб. Таким образом, окупаемость строительства ТЭС составит 19/9,3 ≈ 2,5 года.

В настоящее время заготовкой древесины в РФ занимаются около 6 тыс. юридических и физических лиц. Предприятия с годовым объемом заготовки от 10 до 50 тыс. м<sup>3</sup> составляют из них около 17%, т.е. рассматриваемый объект имеет реальную практическую необходимость внедрения в производство.

Исследования, проведенные ГНЦ ЛПК России, свидетельствуют, что ЛПК страны может

быть полностью обеспечен тепловой и электрической энергией, полученной с использованием собственных ресурсов древесного топлива. Эти возможности сформулированы в утвержденном распоряжением Правительства РФ от 8 января 2009 года № 1р документе «Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников на период до 2020 года». Согласно Программе на развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на период до 2020 г. планируется направить 0,2 трл руб. капиталовложений, это позволит увеличить мощности ЭС, использующих ВИЭ, более чем в 2 раза – с 2250 до 5590 МВт, в том числе 60 млрд руб. с увеличением мощности БиоТЭС на 1010 МВт, что составляет 45% от прироста мощностей, и использовать 90 млн м<sup>3</sup> древесной биомассы, или 2/3 от всего ресурса древесного топлива, которым будет располагать ЛПК России в 2020 г. [8].

Объемы заготовки древесины в Алтайском крае превышают 3 млн м<sup>3</sup>, значительная часть из которых перерабатывается с образованием дополнительного количества отходов объемом более 1 млн м<sup>3</sup>.

При разбросанности этих объемов по территории края имеются определенные трудности в использовании их по рассматриваемому вопросу.

Имеются вопросы, не решенные в законодательном плане во вхождении в действующие электрические сети, значительные проблемы у лесозаготовителей с финансовыми ресурсами, дорогие кредиты.

Рациональное размещение БиоТЭС требует совместных усилий энергетиков, работников лесного хозяйства и лесной промышленности, научных работников, региональных и федеральных органов власти.

**Выводы**

ООО «Петров» способен практически полностью обеспечить производственные и общественные здания (школа, детсад и т.д.) тепловой энергией, а также свое промышленное производство электрической энергией, произведенной на собственной ТЭС.

Биоэнергетика является одним из факторов в увеличении эффективности производства, позволяя использовать убыточную дровяную, мелкотоварную, не находящую сбыта древесину от всех видов рубок ухода, лесные отходы и отходы деревообработки, на уничтожение которых сегодня тратятся значительные финансовые ресурсы, на производство более дешевой собственной, чем покупной тепловой и электрической энергии.

**Библиографический список**

1. Левин А.Б., Суханов В.С. Современное состояние энергетического ЛПК России // Дерево.RU. – 2008. – № 4. – С. 46-51.
2. Левин А.Б., Суханов В.С. Современное состояние энергетического ЛПК России // Дерево.RU. – 2008. – № 5. – С. 58-63.
3. Суханов В.С., Левин А.Б. Доступные биоэнергетические ресурсы в лесопромышленном комплексе России // Международная биоэнергетика. – 2010. – № 3 (16) – С. 64-68.
4. Левин А.Б., Суханов В.С. Производство энергии с использованием древесного топлива // Дерево.RU. – 2008. – № 3. – С. 122-125.
5. Лесная биоэнергетика: учебное пособие / под ред. Ю.П. Семенова. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. – 348 с.
6. Ракитова О.С. Где искать отходы // Международная биоэнергетика. – 2008. – № 2. – С. 18-19.
7. Левин А.Б., Суханов В.С. Энергетический потенциал топливного ресурса лесной биоэнергетики РФ // Лесной вестник МГУЛ. – 2010 (73). – № 4. – С. 37-42.
8. Левин А.Б. Биоэнергетика – важнейшее средство повышения энергоэффективности лесного комплекса России // Лесной вестник МГУЛ. – 2012 (91). – № 8. – С. 160-165.

**References**

1. Levin A.B., Sukhanov V.S. Sovremennoe sostoyanie energeticheskogo LPK Rossii // Derevo.RU. 2008. – № 4. – S. 46-51.
2. Levin A.B., Sukhanov V.S. Sovremennoe sostoyanie energeticheskogo LPK Rossii // Derevo.RU. 2008. – № 5. – S. 58-63.
3. Sukhanov V.S., Levin A.B. Dostupnye bioenergeticheskie resursy v lesopromyshlennom komplekse Rossii // Mezhdunarodnaya bioenergetika. – 2010. – № 3 (16). – S. 64-68.
4. Levin A.B., Sukhanov V.S. Proizvodstvo energii s ispol'zovaniem drevesnogo topliva // Derevo.RU. 2008. – № 3. – S. 122-125.
5. Lesnaya bioenergetika: uchebnoe posobie / pod red. Yu.P. Semenova. – M.: GOU VPO MGUL, 2009. – 348 s.
6. Rakitova O.S. Gde iskat' otkhody // Mezhdunarodnaya bioenergetika. – 2008. – № 2. – S. 18-19.
7. Levin A.B., Sukhanov V.S. Energeticheskii potentsial toplivnogo resursa lesnoi bioenergetiki RF // Lesnoi vestnik MGUL. – 2010 (73). – № 4. – S. 37-42.
8. Levin A.B. Bioenergetika – vazhneishee sredstvo povysheniya energoeffektivnosti lesnogo kompleksa Rossii // Lesnoi vestnik MGUL. – 2012 (91). – № 8. – S. 160-165.

