



ФГБОУ ВО «Поволжский государственный
технологический университет» г. Йошкар-Ола
Кафедра «Энергообеспечение предприятий»

ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ БИОЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Онучин Евгений Михайлович

Директор «Института леса и природопользования»,
зав. каф. «Энергообеспечение предприятий»

OnuchinEM@volgatech.net

8 (960) 094-37-01

Анисимов Павел Николаевич,
Ст. преп. каф. «Энергообеспечение предприятий»

AnisimovPN@volgatech.net

+79278742661

- ✓ Лесосечные отходы + Дровяная древесина
 ≈ 80 тыс. т у.т. Ежегодно =
= $30\% \cdot 1330\ 600\ \text{м}^3$ =
= (560 тыс. Гкал/год)



Объем заготовки*

Хвойные – 493 300 м³/год

Мягко лиственные - 837 300 м³/год

- ✓ Отходы лесопиления
 ≈ 30 тыс. т у.т. ежегодно
(210 Гкал/год) (частично используемые)



* Согласно Лесному плану РМЭ до 2018г

- ✓ **Лесные энергетические плантации**
потенциал
более 30 тыс. т у.т./год



Площади, потенциально возможные для
выращивания лесных плантаций в РМЭ

472 680 га *

* Согласно Лесному плану РМЭ

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ В РМЭ



✓ **Котельные на щепе**
в Марий Эл потенциальная потребность
≈50 тыс. т у.т. Ежегодно
(при переводе угольных котельных на щепу)



✓ **Топливная щепа – сырьё для
пеллетных заводов**



- Низкий КПД старых угольных котлов (55 - 65%)
- Отсутствие автоматизации
- Отсутствие ГВС в не отопительный период



- Дорогой привозной уголь
- Загрязнение окружающей среды – соединения серы и высокая зольность ископаемого угольного топлива





РЕКОНСТРУКЦИЯ МАЛЫХ УГОЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ В МИНИ-ТЭЦ НА ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЕ

потенциал реконструкции
в Марий Эл



&



Отходы лесосечные и
лесопиления
61,5 тыс. т у.т./год



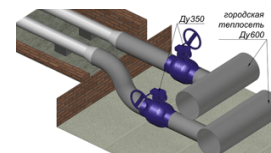
Топливная щепа
50 тыс. т у.т./год
(с учетом затрат на
производство щепы)



производство
тепловой энергии
220 тыс. Гкал
год



производство
электроэнергии
35 млн. кВтч
год

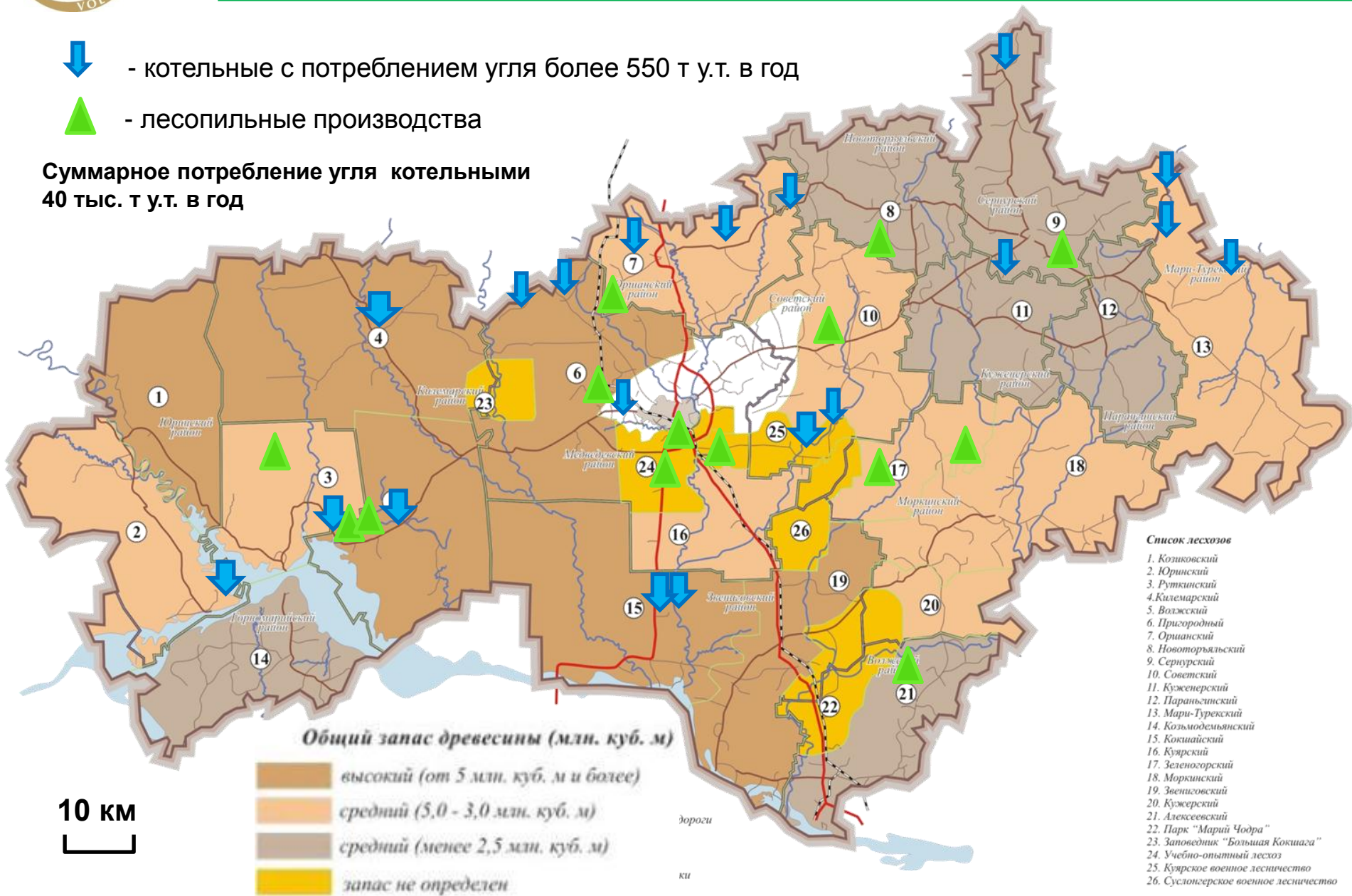


ПРОИЗВОДСТВО И ДОСТАВКА ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ

↓ - котельные с потреблением угля более 550 т у.т. в год

▲ - лесопильные производства

Суммарное потребление угля котельными
40 тыс. т у.т. в год



10 км

дороги

ки



Котельная	расход щепы за январь, тонн		расход щепы за февраль, тонн		расход щепы за март, тонн		расход щепы за апрель, тонн		расход щепы за сентябрь, тонн		расход щепы за октябрь, тонн		расход щепы за ноябрь, тонн		расход щепы за декабрь, тонн		За год, тонн
	январь, тонн	февраль, тонн	февраль, тонн	март, тонн	апрель, тонн	сентябрь, тонн	октябрь, тонн	ноябрь, тонн	декабрь, тонн	декабрь, тонн	январь, тонн	февраль, тонн	март, тонн	апрель, тонн	сентябрь, тонн	октябрь, тонн	
1	888	888	786	703	459	33	507	659	821	4856							
2	332	332	294	263	172	12	189	246	307	1815							
3	83	83	73	66	43	3	47	62	77	454							
4	176	176	156	140	91	6	101	131	163	964							
5	218	218	193	173	113	8	124	162	201	1191							
6	410	410	363	325	212	15	234	304	379	2242							
7	62	62	55	49	32	2	36	46	58	340							
8	427	427	378	338	221	16	244	317	395	2337							
9	124	124	110	99	64	5	71	92	115	681							
10	431	431	382	342	223	16	246	320	399	2360							
11	187	187	165	148	97	7	107	139	173	1021							
12	187	187	165	148	97	7	107	139	173	1021							
13	93	93	83	74	48	3	53	69	86	511							
14	42	42	37	33	22	2	24	31	39	231							
15	168	168	149	133	87	6	96	125	155	919							
16	102	102	90	81	53	4	58	75	94	556							
17	342	342	303	271	177	13	195	254	317	1872							
18	187	187	165	148	97	7	107	139	173	1021							
19	664	664	588	526	343	24	379	493	614	3631							
20	886	886	784	702	458	33	505	658	819	4845							
21	176	176	156	140	91	6	101	131	163	964							
22	135	135	119	107	70	5	77	100	125	737							
23	195	195	173	154	101	7	111	145	180	1067							
24	790	790	700	626	409	29	451	587	731	4323							
25	124	124	110	99	64	5	71	92	115	681							
26	62	62	55	49	32	2	36	46	58	340							
27	62	62	55	49	32	2	36	46	58	340							
28	280	280	248	222	145	10	160	208	259	1532							
29	332	332	294	263	172	12	189	246	307	1815							
30	187	187	165	148	97	7	107	139	173	1021							
31	93	93	83	74	48	3	53	69	86	511							
32	187	187	165	148	97	7	107	139	173	1021							
33	62	62	55	49	32	2	36	46	58	340							
34	124	124	110	99	64	5	71	92	115	681							
35	249	249	220	197	129	9	142	185	230	1361							
36	93	93	83	74	48	3	53	69	86	511							
37	249	249	220	197	129	9	142	185	230	1361							
38	249	249	220	197	129	9	142	185	230	1361							
39	93	93	83	74	48	3	53	69	86	511							
40	187	187	165	148	97	7	107	139	173	1021							
41	124	124	110	99	64	5	71	92	115	681							
42	137	137	121	108	71	5	78	102	127	749							
43	301	301	266	238	156	11	172	223	278	1645							
44	156	156	138	123	80	6	89	116	144	851							
Сумм	10656	10656	9438	8442	5513	391	6081	7913	9859	58294							

Потребность
в щепе
отопительными
котельными
в РМЭ
по месяцам,
тонн



НОРМАТИВНЫЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ЗАПАС

Согласно
инструкции
Минэнерго НЭЗТ
рассчитывается на
45 суток

№	котельной	запас щепы НЭЗТ, тыс. тонн	запас щепы НЭЗТ, м3	количество автощеповозов
1	Кот.0701,0702	2,419	10579,76	106
2	Кот.0703	0,551	2409,349	24
3	Кот.0704	0,043	186,1379	2
4	Кот.0705	0,437	1912,613	19
5	Кот.0706	0,850	3716,4	37
6	Кот.0707	0,800	3501,727	35
7	Кот.0802	0,024	105,9696	1
9	Кот.0806	0,204	893,124	9
11	Кот.1009	0,575	2517,162	25
12	Кот.1010	0,355	1554,835	16
13	Кот.1029	0,166	724,8934	7
14	Кот.1108	0,075	327,7378	3
15	Кот.1110	0,228	998,2643	10
16	Кот.1306	0,762	3332,974	33
17	Кот.1308	0,345	1511,219	15
18	Кот.1604	0,574	2509,329	25
20	Кот.1620	0,381	1668,852	17



НОРМАТИВНЫЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ЗАПАС

10

№	котельной	запас щепы НЭЗТ, тыс.тонн	запас щепы НЭЗТ, м3	количество автощеповозов
21	Кот.1623	0,272	1187,781	12
22	Кот.0101	1,568	6858,843	69
23	Кот.1801	1,140	4987,635	50
24	Кот.1803	0,234	1022,223	10
25	Кот.1804	0,174	760,2166	8
26	Кот.1804	0,111	483,4671	5
27	Кот.№0617	0,371	1621,243	16
28	Кот.№0618	0,418	1827,284	18
30	Кот.1513	0,178	779,2604	8
31	Кот.1514	0,373	1630,396	16
32	Кот.1515	0,064	278,8997	3
33	Кот.1404	0,197	859,9816	9
34	Кот.1205	0,897	3923,824	39
35	Кот.1209	0,016	70,52353	1
36	Кот.0909	0,624	2727,872	27
37	Кот.0910	0,514	2248,398	22
38	Кот.0913	0,119	520,6332	5
39	Кот.0915	0,509	2226,59	22
40	Кот.0918	0,187	819,4982	8
41	Кот.0922	0,196	855,7428	9
42	Кот.0518	0,421	1843,257	18
43	Кот.0519	0,339	1481,209	15



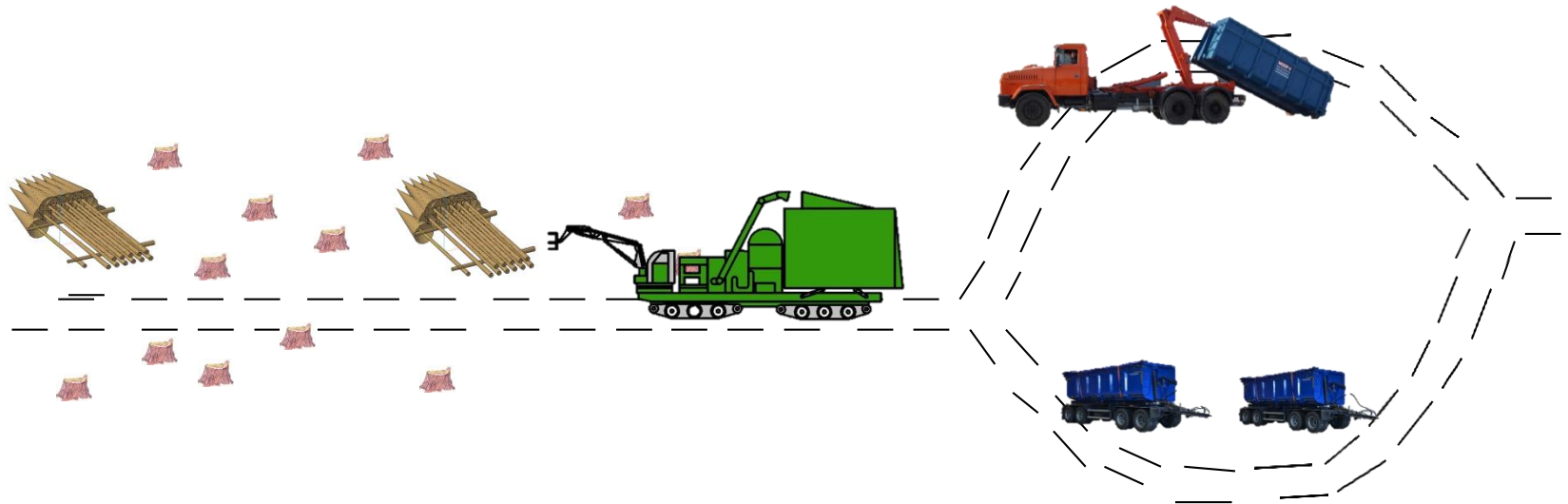
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПЛАНТАЦИЙ

1
1

I



II



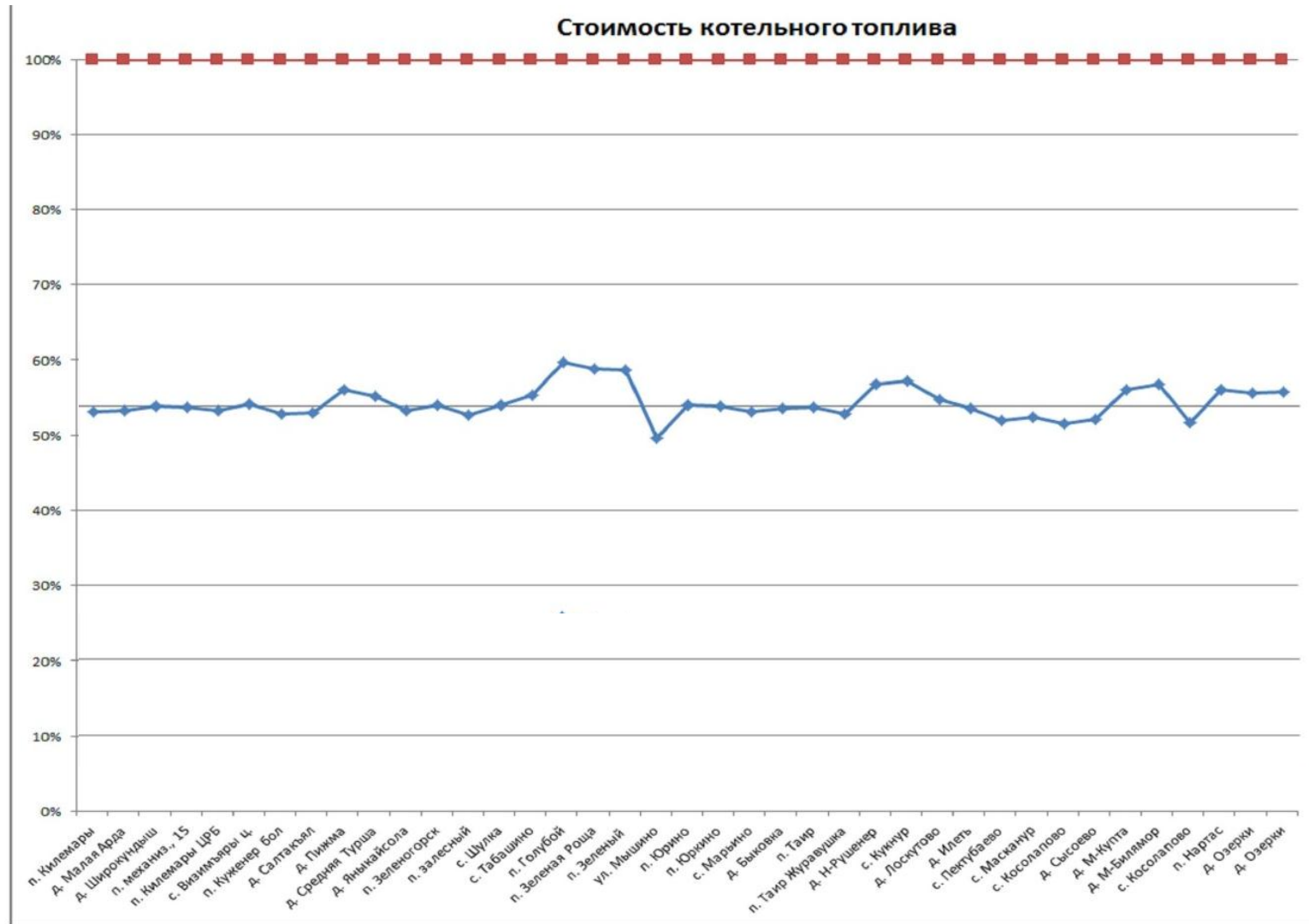
ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ

Статья расходов	Ед. измерения	Значение
Сырьё (древесина)	руб/плотный куб. м	400
Стоимость измельчения, мобильной рубительной машиной	руб/плотный куб. м	24,43
Мощность двигателя	кВт	240
Производительность рубильной машины	плотный куб. м/час	70
Расход топлива в час	литров/час	45
Расход топлива на кубометр	литров/плотный куб. м	0,64
Стоимость топлива	руб/литр дизеля	38
Стоимость транспортировки щеповозом Scania R560 6x4 Load Exchanger	руб/плотный куб. м	36,73
Вместимость в плотных куб. м	плотн .куб. м	35,64
Расход топлива на 100 км	литров/100 км	35
Расстояние транспортировки (в обе стороны)	км	110
Расход топлива на кубометр	литров/плотный куб. м	1,08
Стоимость топлива	руб/литр дизеля	34
Зарботная плата – водитель щеповоза	руб/плотн. куб.м	15,43
Количество человек	чел	1
Средняя скорость движения щеповоза	км/час	50
Время транспортировки одной партии щепы	час	2,2
Производительность щеповоза в час	плотн. куб. м/час	16,2
Зарботная плата в час	руб/час	250
Стоимость заработной платы оператора мобильной рубительной машины	руб/плотн. м3	14,28
Зарботная плата в час	руб/час	250
Амортизация - мобильной рубительной машины	руб/плотн. куб. м	29,5
ОКОФ-142924555 срок полезного использования(СПИ)	месяцы	120
Первоначальная стоимость мобильной рубительной машины	руб	20000000
Амортизация - щеповоза	руб/плотн. куб. м	15,76
ОКОФ-153410383 срок полезного использования (СПИ)	месяцы	120
Первоначальная стоимость щеповоза Scania R560 6x4 Load Exchanger	руб	11032440
Норма прибыли, 15%	руб/плотн. куб. м	34,66
Итого	руб/плотн. куб. м	565,75



ОЦЕНОЧНАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ¹³ ДЛЯ КОТЕЛЬНЫХ РЕСПУБЛИКИ

% от текущей стоимости каменного угля в 4159 руб/т у.т.



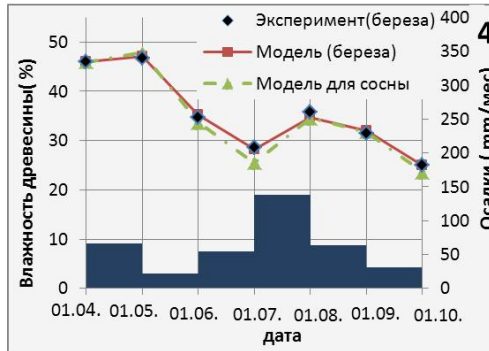
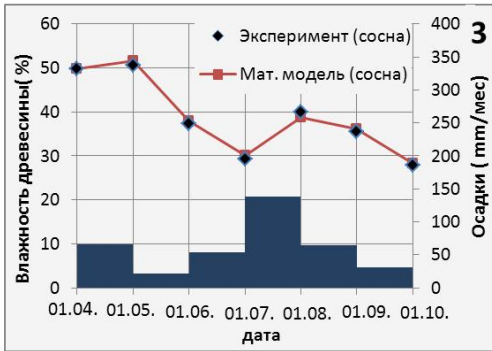
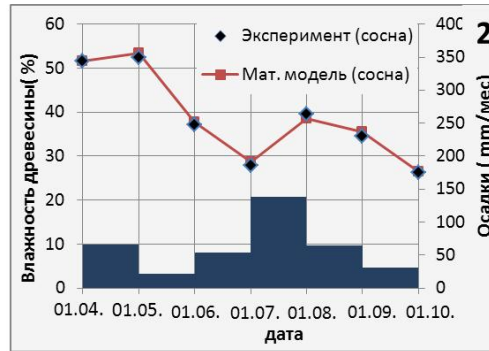
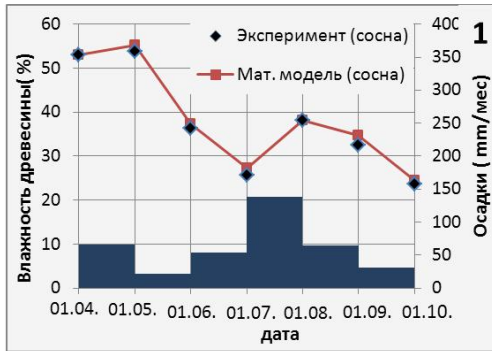
ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ СРОКА ОКУПАЕМОСТИ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ ПРИ ПЕРЕВОДЕ НА ЩЕПУ КОТЕЛЬНОЙ МОЩНОСТЬЮ 0,4 ГКАЛ/Ч

<i>Наименование</i>	<i>Ед. измерения</i>	<i>Значение</i>
<i>Удельная теплота сгорания щепы</i>	<i>кДж/кг</i>	<i>11190,76</i>
<i>Себестоимость древесной щепы</i>	<i>руб/плотн. куб.м</i>	<i>565,75</i>
<i>Плотность древесины</i>	<i>кг/плотн. куб.м</i>	<i>635,00</i>
<i>Перевод кДж в т у.т</i>	<i>кДж/ту.т.</i>	<i>29300000</i>
<i>Калорийность щепы</i>	<i>т у.т./плотн. куб. м</i>	<i>0,24</i>
<i>Стоимость щепы за условную единицу (стоимость энергии)</i>	<i>руб/т у.т</i>	<i>2332,7</i>
<i>Удельная теплота сгорания угля</i>	<i>кДж/кг</i>	<i>25000</i>
<i>Калорийный эквивалент угля</i>	<i>т.у.т</i>	<i>0,85</i>
<i>Стоимость угля</i>	<i>руб/т</i>	<i>3548,29</i>
<i>Стоимость угля в условных единицах (стоимость энергии)</i>	<i>руб/т у.т</i>	<i>4158,6</i>
<i>Экономия на топливе</i>	<i>руб/т у.т</i>	<i>1826</i>
<i>Расход топливной щепы за год</i>	<i>т у.т./год</i>	<i>298,1</i>
<i>Экономия на топливе за год</i>	<i>руб/год</i>	<i>544295</i>
<i>Суммарные капитальные затраты на модернизацию котельной № 1028</i>	<i>руб.</i>	<i>3459222</i>
<i>Период окупаемости</i>	<i>лет</i>	<i>6,4</i>



№ пачки деревьев	Средний возраст дерева в, лет	Средний диаметр ствола, м	Средняя высота дерева, м	Количество деревьев в пачке, шт.	Объем древесины в пачке, плотн. м ³	Средняя высота пачки, м
1	14	0,07	8	21	0,65	1
2	22	0,11	10,5	18	1,9	1,1
3	32	0,15	14,5	15	3,7	1,1
4 (берёза)	25	0,14	13	25	5	1,3





$$W_{i+1} = W_i + k_1 \cdot \sum P + k_2 \cdot \sum E, \%$$

где W_{i+1} – прогнозируемая относительная влажность древесины в процессе естественной сушки к моменту времени T_{i+1} , %;

i – единица времени, к примеру, одна неделя, две недели или один месяц;

W_i – средняя относительная влажность древесины к моменту времени T_i , %;

$\sum P$ – суммарное за период времени $(T_{i+1} - T_i)$ количество жидких атмосферных осадков, мм;

$\sum E$ – суммарное за период времени $(T_{i+1} - T_i)$ прямое испарение воды с поверхности, мм;

k_1, k_2 – коэффициенты, полученные экспериментальным путем.

$$k_1 = -0,3231 \cdot D + 0,143$$

$$(R^2 = 0,99);$$

$$k_2 = 0,3438 \cdot D - 0,1442$$

$$(R^2 = 0,99)$$

где D – средний диаметр древесных стволов в пачке, м.

$$\sum E = h \cdot (7,4 \cdot (0,022 + 0,017 \cdot \vartheta) \cdot (p_H - p_n) \cdot 101,3) / P_{бар}$$

h – количество часов

в рассматриваемом периоде времени $(T_{i+1} - T_i)$;

ϑ – средняя скорость движения воздуха;

p_H – давление насыщенного водяного пара в воздухе при температуре, окр. ср.), кПа;

p_n – парциальное давление водяного пара в воздухе, кПа;

$P_{бар}$ – барометрическое давление, кПа.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Онучин Евгений Михайлович

Директор «Института леса и природопользования»,
зав. каф. «Энергообеспечение предприятий»

OnuchinEM@volgatech.net

+7 (960) 094-37-01

Анисимов Павел Николаевич,

Ст. преп. каф. «Энергообеспечение предприятий»

AnisimovPN@volgatech.net

+79278742661