

# Как снизить энергоёмкость ГРЭС?



Александр Богданов,  
главный специалист отдела  
энергоресурсосбережения  
и энергоэффективности  
ОАО «МРСК Сибири»

## Субсидирование топливом при производстве электрической энергии

С точки зрения энергоёмкости энергетического производства на рынок энергетической продукции представляется не два вида энергии (а) электрическая энергия; б) тепловая энергия), а три вида энергии: а) электрическая раздельная энергия с КПД до 34–39%; б) тепловая раздельная с КПД до 88–90%; в) комбинированная (комплиментарная) энергия с КПД до 84–88% (А.Б. Богданов. «О принципах анализа маржинальных издержек». Энергорынок, № 10, 2009 г., с. 52–55, продолжение статьи: <http://exergy.ru/er2009-10.pdf>).

Для анализа энергоёмкости производства электрической энергии рассмотрим показатели эффективности на основе традиционных показателей электроэнергетики: для лучших ГРЭС России – коэффициента полезного использования топлива (КПИТ, %) (рис. 3); удельного расхода топлива, г у.т./кВт.ч (рис. 4).

Что можно сказать о перспективе повышения энергетической эффективности работы российской электроэнергетики, анализируя рис. 3 и 4?

Во-первых, следует отметить, что невыполнима поставленная политическая цель технологическим путем снизить энергоёмкость производства электрической энергии на ГРЭС с 333 г у.т./кВт.ч (КПИТ с 36,9%) в 2007 г. до 300 г у.т./кВт.ч (КПИТ=40,95%) в 2020 г.

По данным статистической отчетности ОРГРЭС за 2007 г. ни одна из самых лучших ГРЭС, даже работающих на газе, не имеет КПД работы за год более 39,9% (рис. 3, 800 МВт,

240 ата), а из работающих на угле ни одна ГРЭС не имеет КПД выше 36%. Основной диапазон значений КПД ГРЭС России изменяется от 33% до 37%. Более того, некоторые энергоблоки, например, Назаровской ГРЭС 500 МВт 240 ата, которые должны были бы иметь КПИТ не менее 37%, работали в 2007 г. с КПИТ на уровне 29,5%.

Таким образом, рост среднегодового КПД по ГРЭС России с 36,9% до 40,95%, заложенный во второй редакции государственной программы РФ от 27 декабря 2010 г. № 2446-р «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» технологически невыполним и нереален. Это задание не корректное. Да, по отдельным пилотным проектам значение парадного КПД 40,95% в течение 72 часов испытаний, может быть, и можно достичь, но не более.

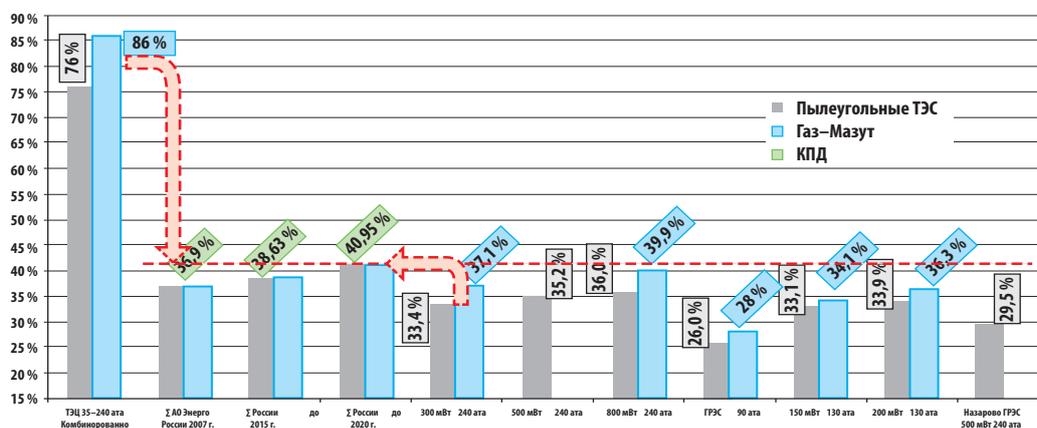
Во-вторых, следует сказать о сложившейся системе скрытого политического перекрестного технологического субсидирования топливом отрасли «Электроэнергетика» за счет потребителей сбросного тепла ТЭЦ отрасли «Теплоэнергетика». Комбинированное производство электрической энергии на ТЭЦ с параметрами пара 35–240 ата даже на самых рядовых и старых ТЭЦ производится с удельным расходом условного топлива 142–163 г у.т./кВт.ч (КПИТ=76–86%), что в 2,3 раза лучше передовых ГРЭС России с удельным расходом 338–360 г у.т./кВт.ч (КПИТ=36–34%).

Именно отраслевые методические указания Минэнерго России (Приказ Минэнерго России от 30.12.2008 № 323 об утверждении «Инструкции по организации в Минэнерго России работы по расчету и обоснова-

Продолжение статьи, опубликованной в № 2 (92), 2012

При анализе эффективности комбинированного производства электрической и тепловой энергии на теплоэлектростанциях необходимо учитывать не только коэффициент полезного использования топлива, но и другой важный показатель – удельную выработку электроэнергии на базе теплового потребления.

Рис. 3.  
Коэффициент полезного использования топлива при производстве конденсационной электрической энергии на лучших ГРЭС и электрической энергии на ТЭЦ (%) 2007 г.



нию нормативов удельного расхода топлива на отпущенную тепловую и электрическую энергию от тепловых электростанций и котельных») по определению удельного расхода топлива на ТЭЦ вот уже более 60 лет искусственно, политически «улучшают» технико-экономические показатели работы российской федеральной электроэнергетики за счет коммунальной теплоэнергетики города, региона (А.Б.Богданов. История взлетов и падений теплофикации России. Энергосбережение, № 3, 2009, с. 42-47, <http://energy.su/es2009-04.pdf>). И если в условиях плановой экономики снижение стоимости электроэнергии за счет субсидирования топливом от коммунальной теплоэнергетики ТЭЦ в какой-то степени было объяснимо признанием «народнохозяйственного эффекта», то с переходом к рыночным отношениям именно субсидирование топливом электроэнергетики влечет к размыванию конкретной ответственности регуляторов энергетики (ФСТ, РЭК) и непрерывному росту энергоемкости российской энергетики.

В-третьих, недопустимо оценивать энергоемкость энергии ТЭЦ по удельному расходу только на два вида продукции: на электрическую энергию и тепловую энергию.

Самая распространенная ошибка менеджеров и регуляторов энергетики, не владеющих методами анализа топливных издержек, заключается в том, что они делают вывод об эффективности строительства котельных только на основании высокого КПИТ работы котельной. Любая котельная, даже достигающая высокого значения КПИТ (до 90–95%), по сравнению с теплоснабжением отработанным паром от турбин приносит перерасход топлива, который составляет не менее 75–

- «Комбинированная энергия» – это тепловая и электрическая энергия, полученная при неразрывном производстве в единой технологической установке без сброса отработанного тепла в окружающую среду на источнике энергии.
- «Комплиментарная энергия» – это такая же комбинированная энергия, но уже распределенная и доставленная конечному потребителю энергии.
- Сумма «комбинированной энергии» у производителя энергии всегда равна сумме «комплиментарной энергии» у потребителя.
- Вся остальная энергия, которая не входит в баланс комплиментарной энергии, является: а) раздельной электрической энергией и б) раздельной тепловой энергией.

–80% годового расхода топлива. Необходимо оценивать КПИТ в целом по городу (региону, предприятию) при равенстве потребления тепловой и электрической энергии конечными потребителями.

ТЭЦ, производящие комбинированную (комплиментарную) тепловую и электрическую энергию, могут иметь равное значение КПИТ – для ТЭЦ как с низкими, так и с высокими параметрами пара (газа). Конечный же итог по снижению энергоемкости должен быть оценен с учетом удельной выработки электроэнергии на базе теплового потребления –  $W$  [МВт/Гкал].

Так, несмотря на кажущееся равенство эффективности при сжигании газа с КПИТ = 85% как для мини-ТЭЦ с давлением газа до 6 ата и удельной выработкой  $W=0,2$  МВт/Гкал, так и для ПГУ с давлением газа 50 ата и удельной выработкой 1,6 МВт/Гкал, реальные показатели энергоемкости различаются в 1,48 раза (1,64/1,1) (см. рис. 5).

Однако регулирующие органы (ФСТ, РЭК) до настоящего времени не осмыслили степень своей компетенции и ответственности за разработку качественных и количественных показателей, определяющих энергоемкость

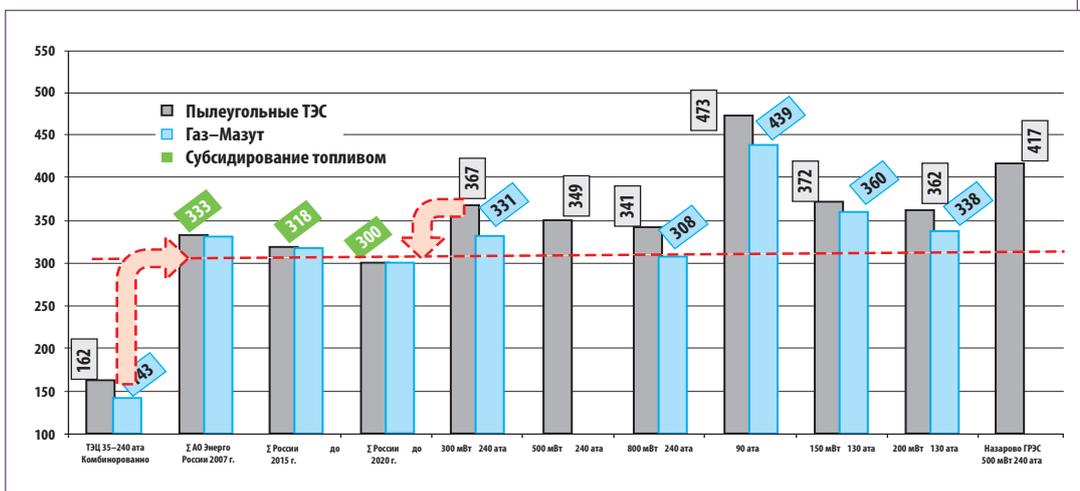


Рис. 4. Субсидирование топливом электроэнергетики лучших ГРЭС за счет комбинированной (комплиментарной) энергии ТЭЦ (г.у. т./кВт.ч). Отчет ОРГЭС за 2007 г.

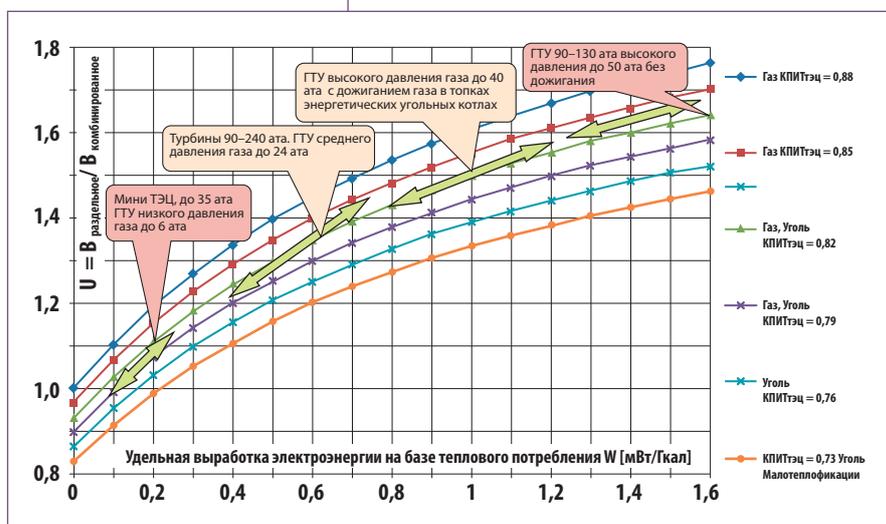


Рис. 5  
Относительная энергоёмкость раздельного производства энергии над комбинированным производством энергии  $U[o.e.]$  для различных технологий

производства и потребления тепловой и электрической энергии на ТЭЦ.

Какие выводы следуют из вышесказанного? Только производство комбинированной (комплиментарной) энергии может обеспечить адекватное снижение энергоёмкости производства тепловой и электрической энергии в России. Необходимо отменить Приказ Минэнерго России от 30.12.2008 № 323 об утверждении «Инструкции по организации в Минэнерго России работы по расчету и обоснованию нормативов удельного расхода топлива на отпущенную тепловую и электрическую энергию от тепловых электростанций и котельных». В инструкцию и другие нормативные материалы нужно внести раздел о предоставлении на рынке энергии от ТЭЦ трех видов энергии: а) раздельной электрической, б) раздельной тепловой, с) комбинированной (комплиментарной) энергии.

В понятиях рыночной экономики шнурки являются взаимно дополняемым (комплиментарным) товаром к ботинкам. Чем больше будет спрос на ботинки, тем больше будет спрос на шнурки. Все неразрывно взаимосвязано.

Точно так же и в энергетике крупного города. Электроэнергия, производимая на ТЭЦ, – это на 100% комплиментарный товар, дополняющий производство тепла. Чем больше на рынке тепловой энергии требуется тепла от турбин ТЭЦ с температурой до 115°C, тем больше будет произведено комплиментарной электроэнергии с КПИТ=80–86% и, следовательно, тем меньше будет производиться раздельной конденсационной электроэнергии с КПИТ=32–36%.

Но стимулировать выгодным тарифом надо не всех потребителей электроэнергии. Так толку не добиться, они ничего не поймут и даже «спасибо» не скажут. Нужно стимулировать 3–4 кратным снижением тарифа на тепло только тех потребителей, которые потребляют отработанное, сбросное тепло от отборов турбин!

Для снижения энергоёмкости производства тепловой и электрической энергии необходимо прекратить искусственное политическое субсидирование топливом безымянных потребителей электрической энергии, не имеющих никакого отношения к технологии энергосбережения. Весь технологический эффект от использования отработанного тепла ТЭЦ передать конкретным потребителям отработанного тепла от паровых турбин ТЭЦ. Для этого удельные затраты топлива на комбинированную (комплиментарную) электроэнергию от ТЭЦ (143–162 г у.т.) необходимо поднять до уровня лучших ГРЭС России (газ – 308–331 г у.т./кВт.ч, уголь – 349–367 г у.т./кВт.ч). Удельные затраты топлива на комбинированную (комплиментарную) тепловую энергию от ТЭЦ следует снизить в 2–5 раза против уровня котельных (до уровня 70–30 кг у.т./Гкал) и тем самым обеспечить постоянный спрос на отработанное тепло от паровых турбин.

### Анализ энергоёмкости комплиментарной энергии ТЭЦ

В качестве практических примеров анализа энергоёмкости ТЭЦ без скрытого субсидирования рассмотрим динамику ухудшения показателей энергоёмкости Новосибирских ТЭЦ за 2010 г. по сравнению с 2006 г. и задачи по улучшению этого показателя к 2016 г.

Из таблиц 1 и 2 наглядно видно, что, несмотря на принятие Федерального закона № 261-ФЗ, направленного на повышение энергетической эффективности ТЭЦ г. Новосибирска и Барабинска, произошло ухудшение показателей энергоёмкости буквально по всем электростанциям Новосибирска. Коэффициент полезного использования топлива ТЭЦ-2 снизился с 69,3% до 64,88%; ТЭЦ-3 – с 70,5% до 64,93%; ТЭЦ-4 – с 73,0% до 70,5%; ТЭЦ-5 – с 60,1% до 56,6%; ТЭЦ Барабинска – с 69,3% до 67,6%.

Парадоксально, что самая новая, современная Новосибирская ТЭЦ-5 с КПИТ=56,6% работает менее эффективно, чем Барабинская ТЭЦ с КПИТ=67,6% и низкими параметрами пара. В чем дело? Ответ, конечно же, есть, но он не такой очевидный, как считают организаторы рыночной энергетики России и современные регуляторы энергетики.

Главная и видимая причина роста энергоёмкости заключается в росте выработки раздельной электроэнергии. Доля конденсационной выработки электроэнергии состав-

Таблица 1.

Сводная таблица технологических показателей, определяющих энергоёмкость производства энергии Новосибирских ТЭЦ.

| Год             | Коэффициент полезного использования топлива КПИТ <sub>тэц</sub> [%] |       | Цель, норма КПИТ <sub>тэц</sub> = КПИТ <sub>комбинированной</sub> [%] | Доля конденсационной выработки [%] |      | Резерв неиспользуемой тепловой мощности [%] |          | ЧЧИМ число часов использования максимума тепловой нагрузки [час/год] |          | Удельная выработка на тепловом потреблении W <sub>тэц</sub> [МВт/Гкал] |  |                                     |
|-----------------|---|-------|---|------------------------------------|------|---|----------|--|----------|--|--|-------------------------------------|
|                 | 2006  | 2010  |   | 2006                               | 2010 | 2010  | Норматив | 2010   | Норматив | W <sub>тэц</sub> Факт  | W <sub>тэц</sub> .рез с учетом резерва | W <sub>норма</sub> – цель, норматив |
| ТЭЦ-2           | 69,3  | 64,88 | 79 (7% газ)   | 23,0                               | 30,1 | 34,8  | 5        | 2430   | 3726     | 0,42   | 0,274                                  | 0,45                                |
| ТЭЦ-3           | 70,5  | 64,93 | 79 (100% уголь)   | 24,7                               | 38,8 | 35,4  | 5        | 2409   | 3726     | 0,52   | 0,336                                  | 0,53                                |
| ТЭЦ-4           | 73,0  | 70,5  | 81 (54% газ)  | 17,1                               | 17,4 | 52,3  | 5        | 1672   | 3726     | 0,45   | 0,202                                  | 0,6                                 |
| ТЭЦ-5           | 60,1  | 56,6  | 79 (100% уголь)   | 51,9                               | 57,6 | 49,0  | 5        | 1901   | 3726     | 0,65   | 0,332                                  | 0,62                                |
| Сумма ТЭЦ       | 65,45   | 61,21 |   |                                    |      |   |          |  |          |  |  |                                     |
| Барабинская ТЭЦ | 69,3  | 67,6  | 79 (10% газ)  | 17,3                               | 31,0 | 48,0  | 5        | 1733   | 3726     | 0,22   | 0,102                                  | 0,36                                |

ляет: для Барабинской ТЭЦ – 31%, а для ТЭЦ-5 – 57,6%. Чем больше конденсационной электроэнергии и чем меньше доля комбинированной (комплиментарной) энергии, тем хуже показатели энергоёмкости энергии. Но только одного этого очень важного показателя явно недостаточно, чтобы понимать суть издержек и формировать политику снижения энергоёмкости. Это только следствие, а не причина!

Существующая система анализа работы ТЭЦ (по удельному расходу топлива на тепло и по удельному расходу топлива на электроэнергию) недостоверна. Однако, кроме этого, есть два других показателя, более наглядных и конкретных. Они определяют все организационные и технические мероприятия и направления работы по снижению энергоёмкости. Это следующие показатели:



Департамент строительства,  
госэкспертизы и ЖКХ  
Курганской области

## VII Межрегиональная специализированная выставка

# КУРГАН·2012

## СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГЕТИКА·ЖКХ ГАЗИФИКАЦИЯ

г. Курган

СК "Молодежный", ул. Сибирская, 1

# 25-27 апреля 2012г.

Организаторы:

Правительство Курганской области,  
Выставочная компания "СибЭкспоСервис-Н",  
г.Новосибирск



тел.: (383) 335 63 50 - многоканальный,  
e-mail: ses@avmail.ru,  
www.ses.net.ru



Таблица 2.

Субсидирование энергоемкости производства раздельной тепловой и электрической энергии за счет комбинированной (комплиментарной) энергии на ТЭЦ Новосибирска в 2010 г.

|                 | Электрическая энергия       |                        |                              | Тепловая энергия      |                  |                              |
|-----------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------|------------------------------|
|                 | Комбинированная эл. энергия | Раздельная эл. энергия | Субсидирование энергоемкости | Комбинированное тепло | Раздельное тепло | Субсидирование энергоемкости |
|                 | т у.т./МВт.ч                | т у.т./МВт.ч           | о.е.                         | т у.т./Гкал           | т у.т./Гкал      | о.е.                         |
| ТЭЦ-2           | 0,1600                      | 0,483                  | 3,021                        | 0,186                 | 0,181            | 0,9731                       |
| ТЭЦ-3           | 0,1582                      | 0,362                  | 2,288                        | 0,184                 | 0,179            | 0,9728                       |
| ТЭЦ-4           | 0,1617                      | 0,423                  | 2,616                        | 0,189                 | 0,181            | 0,9577                       |
| ТЭЦ-5           | 0,1625                      | 0,337                  | 2,076                        | 0,184                 | 0,179            | 0,9728                       |
| ТЭЦ             | 0,1582                      | 0,353                  | 2,233                        | 0,184                 | 0,179            |                              |
| Барабинская ТЭЦ | 0,1720                      | 0,5872                 | 3,414                        | 0,200                 | 0,190            | 0,9500                       |

- Втэц-рез [МВт/Гкал] – удельная выработка электроэнергии на базе теплового потребления с учетом неиспользуемого резерва тепловых мощностей;
- U [о.е.] – относительная энергоемкость раздельного производства энергии над комбинированным производством энергии.

Именно эти два показателя, как лакмусовая бумага, в сочетании с принципом Парето могут выявить и обосновать применение именно тех 20 % затрат, которые обеспечат 80% успеха в снижении энергоемкости российской энергетики.

Анализ экономической эффективности и энергоемкости энергии необходимо начать с анализа потребностей потребителя. Для ТЭЦ, именно потребитель тепла определяет все его благополучие и благосостояние. Производство комбинированной электроэнергии – это побочный, второстепенный продукт, который абсолютно всегда будет востребован на рынке. Но этот второстепенный продукт не должен быть дешевле 95–98% самой эффективной конденсационной энергии ГРЭС с одинаковыми параметрами пара и на том же виде топлива. Игнорируя де-юре своим молчанием именно этот принцип, ЧНЭР энергетики де-факто субсидирует производство дешевой электрической энергии за счет удорожания тепловой энергии. Именно потребителям тепла должны быть отданы все выгоды от комбинированного производства электрической и тепловой энергии.

Конкурентная способность и благосостояние ТЭЦ определяются тем, насколько качественно и полно будут удовлетворены нужды

потребителей именно тепловой энергии, а не электроэнергии. Из таблицы 1 четко видно, что главным фактором, снижающим энергоемкость работы ТЭЦ, является значительная недозагруженность ТЭЦ по тепловой нагрузке. Так, при нормативном числе часов использования максимума отопительной нагрузки, которое для Новосибирска равно 3726, фактическое число часов использования установленной тепловой мощности ТЭЦ составляет всего 1670–2400 часов/год (46–65%).

Именно нехватка теплового потребителя (до 3826 Гкал/час) автоматически приводит к снижению удельной выработки электроэнергии. Так, при достижимом нормативе на паровых турбинах 0,4–0,65 МВт/Гкал реальная величина удельной выработки с учетом резерва составляет всего 0,1–0,33 МВт/Гкал. Это и есть самый яркий показатель эффективности комбинированного производства и комплиментарного потребления энергии от ТЭЦ. Это главный показатель регулирования энергетики.

На первый взгляд, кажется, что КПИТ ТЭЦ-4 является самым высоким – 70,52%. Однако для анализа эффективности комбинированного производства одного этого показателя недостаточно. Хотя КПИТ топлива является одним из необходимых показателей, характеризующих экономичность производства энергии, но недостаточным. При таких оценках необходимым условием является использование КПИТ [%], а достаточным условием – использование удельной выработки электроэнергии на базе теплового потребления (W, [МВт/Гкал.ч]). □

Продолжение следует.

IV межрегиональная специализированная выставка

**ТОВОЛЬСК**

**6-8 июня 2012г.**



**Строительство. Энергетика. ЖКХ**

Организатор:

**СИБЭКСПОСЕРВИС-Н**

(383) 335-63-50

E-mail: [ses@avmail.ru](mailto:ses@avmail.ru) [www.ses.net.ru](http://www.ses.net.ru)

**СИБЭКСПО SERVICE**

При поддержке:

Администрации г. Тобольска,  
Комитет по архитектуре и градостроительству,  
Комитет ЖКХ, транспорта и связи

Межрегиональная специализированная выставка

**СТРОЙМАРКЕТ-2012**

г. Нижневартовск  
"Дворец Искусств"  
ул.Ленина,7

**ЭНЕРГЕТИКА. ЖКХ**

**5-6 апреля 2012 г.**



**Организаторы:**

- Администрация г. Нижневартовска
- Торгово-промышленная палата г. Нижневартовска

- Выставочная компания  
ООО "СибЭкспоСервис-Н"  
г. Новосибирск, тел:(383)3356350,  
e-mail: [ses@avmail.ru](mailto:ses@avmail.ru)  
[www.ses.net.ru](http://www.ses.net.ru)

**СИБЭКСПО SERVICE**