

Кондраков О. В.

*кандидат технических наук, доцент,
ТГУ им. Г.Р. Державина,
кафедра «Бизнес-информатика и математика», доцент
e-mail: spartak_04@mail.ru*

Надежность энергетических систем региона как гарант обеспечения экономической безопасности

В работе рассмотрена проблема надежного обеспечения энергетическими ресурсами экономики региона. Представлен подход нормирования индикаторов энергетической безопасности, характеризующих надежность систем энергоснабжения. Каждый индикатор классифицируется на три уровня: нормальный, предкризисный, кризисный. Проведена оценка состояния энергетической сферы региона по предложенной методике.

Ключевые слова: *топливно-энергетический комплекс, чрезвычайная ситуация, энергетическая безопасность, экономическая безопасность.*

Kondrakov O. V.

*PhD (Technique), Associate Professor, Associate Professor the Department
of Business Informatics and Mathematics,
TSU named after G.R. Derzhavin*

Reliability of power systems in the region as a guarantor of economic security

The paper considers the problem of reliable supply of energy resources of the regional economy. The approach of rationing energy security indicators characterizing the reliability of power supply systems is presented. Each indicator is classified into three levels: normal, pre-crisis and crisis. The evaluation of the state of the energy sector in the region has been conducted with the help of the method proposed.

Keywords: *fuel and energy sector, emergency, energy security, economic security.*

В последние годы отмечен значительный рост чрезвычайных ситуаций техногенного характера, связанных с авариями на промышленных производствах. Основные причины роста количества аварий заключаются в физическом и моральном износе значительной части основных фондов, падение технологической и производственной дисциплины, отсутствие нормативной базы, отсталости и несоответствии применяемых технологий современным требованиям. В связи с чем, вопросам экономической безопасности в различных видах экономической деятельности уделяется особое внимание.

Чрезвычайной будем называть ситуацию, сложившуюся в регионе, связанную с реализацией угроз экономического, природного, техногенного, социально-политического характера, дестабилизирующих работу топливно-энергетического комплекса (ТЭК), причиняющих ущерб экономике региона и повлекших за собой ухудшение условий жизнедеятельности населения. Критической называется ситуация, связанная с наличием реальной опасности проявления угроз, где индикаторы состояния ТЭК выходят за пороговый уровень.

Опасность — ситуация (в природе, техносфере, экономике), в которой возможно возникновение явлений, процессов, способных наносить материальный ущерб, разрушительно действовать на экономику и окружающую среду.

Безопасность — состояние защищенности жизненно важных интересов общества, личности, государства от внутренних и внешних угроз¹. Угроза — наиболее конкретная и непосредственная форма опасности, образующаяся в результате целенаправленной деятельности деструктивных (разрушающих) сил. Защита от угрозы предполагает наличие конкретных мер, обеспечивающих стабильное развитие экономики региона. Различные инструменты, механизмы и системы, направленные на обеспечение устойчивого развития ТЭК, рассматриваются как меры по защите экономической и энергетической безопасности.

Для предупреждения внешних и внутренних угроз, необходима система мониторинга и диспетчеризации состояния ТЭК, основанная на анализе индикаторов энергетической безопасности.

Разработка системы пороговых значений индикаторов энергетической безопасности — важная составляющая мониторинга энергетического хозяйства и деятельности по обеспечению энергетической безопасности².

Нормативы пороговых значений индикаторов зависят от экономического развития региона и от особенностей функционирования ТЭК. Выбранные пороговые значения должны предупреждать об опасности, но не констатировать разрушение энергосистемы. Они обосновываются в результате комплексных исследований показателей безопасности ТЭК

¹ Сенчагов В.К. Экономическая безопасность России: Общий курс. — М.: Дело, 2009. — 654 с.

² Бушуев В.В., Воропай Н.И., Мастепанов А.М., Шафраник Ю.К. и др. Энергетическая безопасность России. — Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1998. 302 с.

Для расчета и определения пороговых значений были взяты данные по показателям за период с 2005–2011 годы, так как в это время наблюдался устойчивый экономический устойчивый рост электроэнергетики.

При расчетах использовалась следующая методика ³.

1. Построение динамического ряда, случайной величины X .
2. Расчет среднеарифметического значения $\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n$, где $x_i \in X$.
3. Расчет отклонения каждого значения временного ряда от среднеарифметического значения членов временного ряда $\bar{x} - x_i$.
4. Расчет квадрата отклонения значений от среднеарифметического значения и суммирование полученных результатов $(\bar{x} - x_i)^2$.
5. Расчет стандартного отклонения от среднеарифметического временного ряда. Здесь необходимо найти среднеарифметическое суммы

квадратов отклонений $\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2 = D$, и от него извлечь квадратный

корень $\sigma = \sqrt{D/n}$.

Каждый индикатор аргументирован и классифицирован по 3 уровням безопасности (нормальный, предкризисный, кризисный).

Для индикаторов имеющих положительную тенденцию к возрастанию, в данной работе предлагаем следующую классификацию состояний энергетической безопасности (табл. 1)

Таблица 1

Классификация состояний индикаторов, имеющих положительную тенденцию к возрастанию [составлено автором]

Состояние энергетической безопасности предприятия	Значение индикаторов энергетической безопасности
Нормальное (Н)	$x > \bar{x}$
Предкризисное (ПК)	$x - 2\sigma \leq x \leq \bar{x}$
Кризисное (К)	$x < \bar{x} - 2\sigma$

Для индикаторов, имеющих положительную тенденцию к убыванию, классификация видоизменяется (табл. 2).

³ Кондраков О.В. Определение пороговых значений индикаторов энергетической безопасности // Вестник Тамбовского государственного университета. Серия: Гуманитарные науки. 2013. – № 9 (125). – С. 64–70.

Классификация состояний индикаторов, имеющих положительную тенденцию к убыванию [составлено автором]

Состояние энергетической безопасности предприятия	Значение индикаторов энергетической безопасности
Нормальное (Н)	$x < \bar{x}$
Предкризисное (ПК)	$\bar{x} \leq x \leq \bar{x} + 2\sigma$
Кризисное (К)	$x > \bar{x} + 2\sigma$

Основой для формирования совокупности показателей явились статистические данные комитета государственной статистики и управления ТЭК Тамбовской области.

В результате были получены следующие значения среднего арифметического и среднеквадратического отклонения: установленные мощности источников энергии(мВт) ($\bar{x} = 0,4$; $\sigma = 0,05$; $\bar{x} - 2\sigma = 0,3$), имеющейся резерв установленной мощности источников энергии(Вт) ($\bar{x} = 261$; $\sigma = 19,63$; $\bar{x} - 2\sigma = 221$), доля собственных источников в покрытии баланса(%) ($\bar{x} = 36$; $\sigma = 2,4$; $\bar{x} - 2\sigma = 31,2$), доля альтернативных источников энергии. ($\bar{x} = 1$; $\sigma = 0,5$; $\bar{x} - 2\sigma = 3396$), уровень резерва по межсистемным связям($\bar{x} = 2$; $\sigma = 0,5$; $\bar{x} - 2\sigma = 3$), величина электроэнергии поступающей из-за пределов региона. (млн. кВт·час)($\bar{x} = 2902$; $\sigma = 247$; $\bar{x} - 2\sigma = 3396$), доля импорта электроэнергии в общем объеме(%) ($\bar{x} = 65$; $\sigma = 5$; $\bar{x} - 2\sigma = 75$), сальдо-переток (млн. кВт·час) ($\bar{x} = 2210$; $\sigma = 127$; $\bar{x} - 2\sigma = 2464$), количество аварий в системе ($\bar{x} = 1$; $\sigma = 2$; $\bar{x} - 2\sigma = 3$), уровень износа оборудования($\bar{x} = 39,3$; $\sigma = 24$; $\bar{x} - 2\sigma = 64,64$), коэффициент обновления основных фондов ($\bar{x} = 7,9$; $\sigma = 2,9$; $\bar{x} - 2\sigma = 2,1$), потери электроэнергии (млн. кВт·час) ($\bar{x} = 479$; $\sigma = 24$; $\bar{x} - 2\sigma = 527$), потери теплоэнергии (млн. Гкал.) ($\bar{x} = 507$; $\sigma = 43$; $\bar{x} - 2\sigma = 593$).

Рассчитанные критерии для трех уровней каждого индикатора безопасности представлены в таблице 3.

Проанализируем надежность основных производственных фондов на основе мониторинга индикаторов состояния ТЭК. Всего в области эксплуатируется 13230 километров распределительных газопроводов различного давления, в том числе межпоселковых высокого давления, в том числе межпоселковых высокого давления 3041,6 км и 10188,4 км внутриселковых высокого, среднего и низкого давления.

Сложившаяся система газоснабжения региона обеспечивает наилучшие условия для поставки газа потребителям северной и центральной частей региона.

Классификация индикаторов безопасности [составлено автором]

№№	Индикатор	Уровни состояния		
		нормальный	предкризисный	кризисный
11.	Установленные мощности источников энергии(мВт)	$x \geq 0,4$	$0,4 < x < 0,3$	$x \leq 0,3$
22.	Имеющийся резерв установленной мощности источников энергии(Вт).	$x > 261$		$x < 221$
53.	Объем выработки электроэнергии (млн.кВт· час).	$x > 1255$	$1005 \leq x \leq 1255$	$x < 1005$
64.	Объем выработки теплоэнергии (млн. Гкал.).	$x > 5439$	$4459 \leq x \leq 5439$	$x < 4459$
75.	Потребление электроэнергии на душу населения. (млн.кВт· час)	$x > 3,18$	$2,88 \leq x \leq 3,18$	$x < 2,88$
86.	Потребление теплоэнергии на душу населения.	$x > 1,91$	$1,09 \leq x \leq 1,91$	$x < 1,09$
97.	Доля собственных источников в покрытии баланса(%).	$x > 36$	$31,2 \leq x \leq 36$	$x < 31,2$
18.	Доля альтернативных источников энергии.	$x > 1$		$x = 0$
19.	Уровень резерва по межсистемным связям.	$x \geq 2$	$1 \leq x < 2$	$x < 1$
110.	Величина электроэнергии поступающей из-за пределов региона. (млн.кВт· час)	$x < 2902$	$2902 \leq x \leq 3396$	$x > 3396$
111.	Доля импорта электроэнергии в общем объеме(%).	$x < 65$	$75 \leq x \leq 65$	$x > 75$
112.	Сальдо-переток (млн.кВт· час)	$x < 2210$	$2210 \leq x \leq 2464$	$x > 2464$
113.	Количество аварий в системе.	0		$x > 3$
214.	Уровень износа оборудования.	$x < 39,3$	$39,3 \leq x \leq 64,64$	$x > 64,64$
215.	Коэффициент обновления основных фондов.	$x > 7,9$	$2,1 \leq x \leq 7,9$	$x < 2,1$
216.	Коэффициент выбытия основных фондов.	$x > 5,9$		
217.	Потери электроэнергии(млн.кВт· час).	$x < 479$ ($x < 12$)	$479 \leq x \leq 527$ ($12 \leq x \leq 14$)	$x > 527$ ($x > 14$)
218.	Потери теплоэнергии (млн. Гкал.).	$x < 507$ ($x < 9$)	$507 \leq x \leq 593$ ($9 \leq x \leq 11$)	$x > 593$ ($x > 11$)

Возрастная структура газопроводов представлена на рисунке 1. Из рисунка видно, что 40% газопроводов-отводов, включая региональные магистральные газопроводы, имеют срок эксплуатации, более 40 лет. На ряде из них введены ограничения на уровень разрешенного рабочего давления, что снижает техническую возможность поставки дополнительных объемов газа потребителям региона. Включая областной центр – г. Тамбов. Поэтому возможность поставок дополнительных объемов газа по этим газопроводам практически отсутствует.

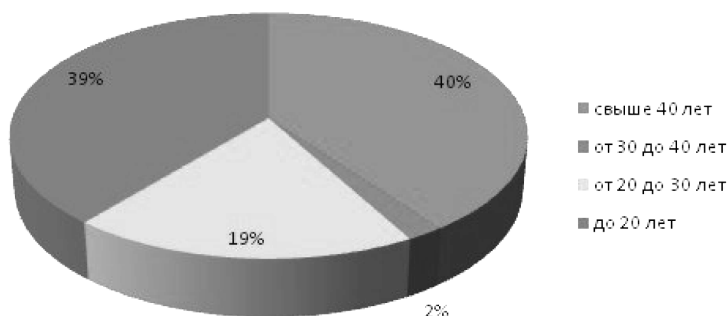


Рис. 1. Возрастная структура газопроводов в регионе [по данным Территориального органа Федеральной статистики по Тамбовской области]

На территории Тамбовской области вся электроэнергия производится на тепловых электростанциях. Установленная мощность всех генерирующих источников области составляет 411,7 мВт. Основной производитель электроэнергии в регионе ТЭЦ. Установленная электрическая мощность электростанции составляет 235 мВт, установленная тепловая мощность – 947 Гкал/час.

Мощность всех генерирующих источников электроснабжения в Тамбовской области 0,4 млн. кВт·час остается неизменной с 2005 года (нормальный уровень).

Тамбовская область остается электродефицитным регионом, собственными электрогенерирующими источниками покрывается 32% общей потребности в электроэнергии. Выработано собственными генерирующими источниками – 1076, 6 млн. кВт·ч. (предкризисный уровень). По сравнению с 2008 годом производство электроэнергии уменьшилось на 18% (рис. 2). Это связано с сокращением объемов производства электроэнергии Котовской ТЭЦ 2 и Тамбовской ТЭЦ.

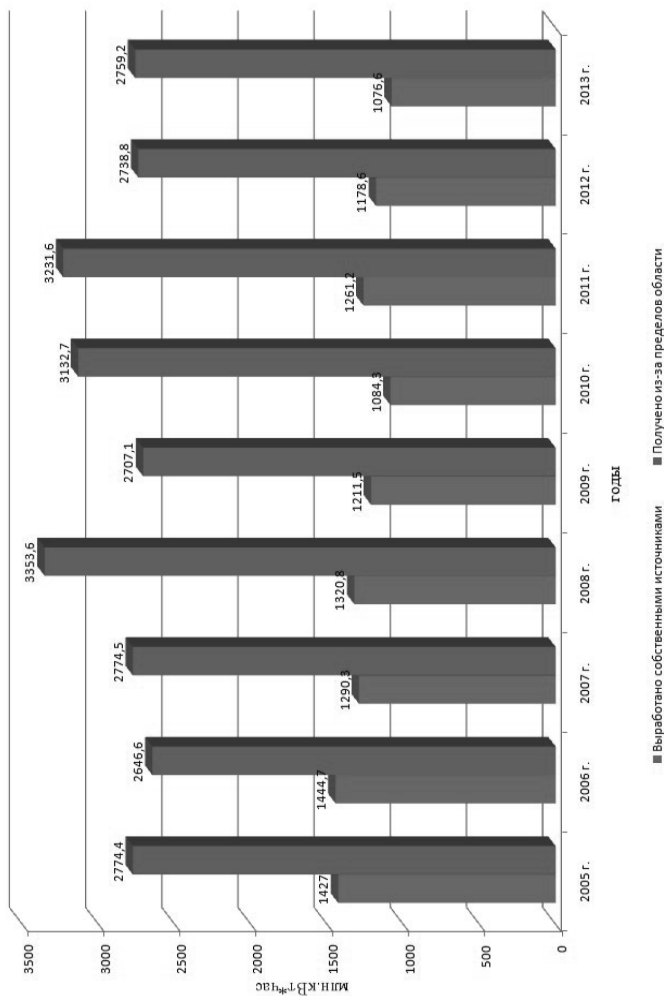


Рис. 2. Соотношение выработанной электроэнергии и полученной из-за пределов региона [по данным Территориального органа Федеральной статистики по Тамбовской области]

Структуру потребности в электроэнергии определяют основные социально-экономические показатели развития экономики Тамбовской области: структура ВРП, объемы и вид промышленной продукции и сельского хозяйства, развитие транспортной структуры, численность населения и другие факторы. В 2013 году в регионе было выработано 5,88 млн. Гкал. тепловой энергии (нормальный уровень). Данный индикатор имеет наибольшее значение с 2009 года.

В 2013 году введено в действие линий электропередач напряжением 6–20 кВ – 235,7 км, напряжением 0,4 кВ – 50,5 км. Введено в действие газовых сетей 224,3 км. Ввод в действие тепловых сетей не производилось.

Перспективы развития ТЭК во многом определяются состоянием возрастной структуры основных фондов и возможностями их обновления. Степень износа основных фондов на предприятиях производства и распределения электроэнергии, газа и воды в 2013 г. составила 62,2% (предкризисный уровень), удельный вес полностью изношенных фондов 11%, коэффициент обновления – 6,7% – предкризисный уровень (в 2012 г. – 12,1%), коэффициент выбытия – 2,9 (в 2012 г. – 8,0%). Потери теплоэнергии составляют 0,47 млн. Гкал. (8%)(нормальный уровень). Потери электроэнергии 449,9 млн. кВт·ч., что составляет 13% (предкризисный уровень) ⁴.

Степень износа увеличивается, что свидетельствует о недостаточных темпах обновления и выбытия устаревших фондов.

Средний срок эксплуатации ВЛ 35 кВ составляет 34 года.

В электрических сетях 110 кВ и выше, а также на теплопроводах преобладает оборудование с длительным сроком эксплуатации, что приводит к снижению надежности электроснабжения потребителей.

Статистика отключений и отказов основного оборудования электрических сетей Тамбовской области за период с 2007–2013 гг. свидетельствует о том, что основной причиной недоотпуска электроэнергии потребителям являются отключения воздушных и кабельных линий электропередач напряжением 6–10 кВ – доля недоотпуска электроэнергии при этом составляет порядка 77–90% от суммарного в году. Связано это с недостаточной надежностью сетей.

Анализ установленных тепловых мощностей котельных Тамбовской области показывает, что активно используемая мощность котельных значительно меньше существующей. Об этом свидетельствует число часов

⁴ Статистический ежегодник, 2014 / Стат. сб. :Тамбовстат-Тамбов, 2011. – 421 с.

использования установленных тепловых мощностей и производство тепловой энергии, которое составляет порядка 1055 часов в год.

Состояние теплогенерирующего оборудования на электростанциях и котельных Тамбовской области характеризуется низким техническим уровнем и изношенностью оборудования, гидравлической разрегулированностью систем, низким качеством теплоснабжения потребителей и неэффективностью использования топлива.

Из 880 км тепловых сетей в двухтрубном исчислении 315 км нуждаются в замене. Более 50% муниципальных тепловых сетей отработали свой срок службы и относятся к категории изношенных. Действительные потери тепла и воды неизвестны, так как испытания сетей не проводятся в полном объеме.

Таким образом, проведенный анализ выявил низкое качество и надежность услуг по теплоснабжению.

Загрузка ВЛ 110 кВ не превышает 30% от их номинальной пропускной способности (в среднем загружены на 26%). В целом электрические сети 110кВ характеризуются наличием достаточно протяженных линий электропередач, что приводит к существенным потерям в линиях, и отсутствием резервирования⁵. Наиболее загружены в зимний максимум нагрузок являются трансформаторы ПС 220кВ — загружены на 46—52%. У трансформаторов ПС 220кВ резерв определен с учетом возможного отключения одного трансформатора и загрузкой оставшихся на 105%.

Наблюдается хорошее состояние пропускной способности межсистемных связей. ЛЭП 220—500 кВ обладают достаточным резервом для передачи мощности в необходимых объемах. Наиболее загруженной ЛЭП в период максимума нагрузок является ВЛ 220 кВ — загружены на 35%.

Таким образом, недостатков пропускной способности электрических сетей Тамбовской области 110 кВ и выше не наблюдается (нормальный уровень).

Однако в электрических сетях энергосистемы тамбовской области имеются отдельные участки, в которых возможен выход параметров за допустимые нормы, что влечет за собой снижение надежности, а отдельных случаях полное прекращение электроснабжения потребителей.

Выводы по техническому состоянию электрических сетей 110 кВ:
- неотложных мер по реконструкции сетей 110 кВ не требуется;

⁵ О производстве и потреблении электроэнергии в тамбовской области. Статистический ежегодник, 2014 / Стат. сб. :Тамбовстат-Тамбов, 2014. — 421 с.

- для поддержания сетей в нормальном рабочем состоянии необходимо проведение своевременных плановых мероприятий по ремонту и реконструкции ввиду большого срока эксплуатации сетей(срок эксплуатации некоторых электрических сетей превышает нормативный).

Индикатор уровень альтернативных источников энергии показывает освоение экологически чистых видов энергетических производств, использующих энергию ветра, солнца, воды, биомассы. В Тамбовской области таких источников энергии нет.

Анализ индикаторов показал, что проблемами развития топливно-энергетического комплекса региона также являются: большая зависимость от внешних поставщиков энергетических ресурсов(100% газа и 70% электроэнергии поставляется из-за пределов области); дефицит инвестиций, приводящий к уменьшению производственных мощностей и сокращающий возможность воспроизводства основных производственных фондов; физический и моральный износ оборудования (подстанции, линии электропередачи, трубопровод и т.д., что приводит к увеличению продолжительности ремонта и ухудшению экономической обстановки в регионе; неэффективное использование генерирующих мощностей.

Для обеспечения устойчивого экономического развития необходима инвестиционная деятельность и укрепление материально-технической базы. В 2013 году на развитие производства и распределения электроэнергии газа и воды было направлено инвестиций на сумму 9805,4 млн. рублей (рис. 3).

Несмотря на устойчивый рост инвестиций с 2005 по 2012 годы (за данный период объемы инвестиций возросли в 2 раза), данного объема оказалось недостаточно для устойчивого развития ТЭК. Индекс физического объема инвестиций основной капитал (в сопоставимых ценах составил 95,4%). При оптимальном варианте уровень инвестиций должен гарантировать ход воспроизводства убывающих фондов.

Требуется вложение средств в ремонт, и модернизацию оборудования. Однако инвестиции в отрасль энергетики и не позволяют проводить серьёзные мероприятия по улучшению состояния оборудования, и одной из причин этого — инфляция. К факторам, влияющим на малую инвестиционную активность можно отнести следующее: недостаток финансовых средств, высокий процент коммерческого кредита, действующий уровень налогообложения, сложности с получением кредита.

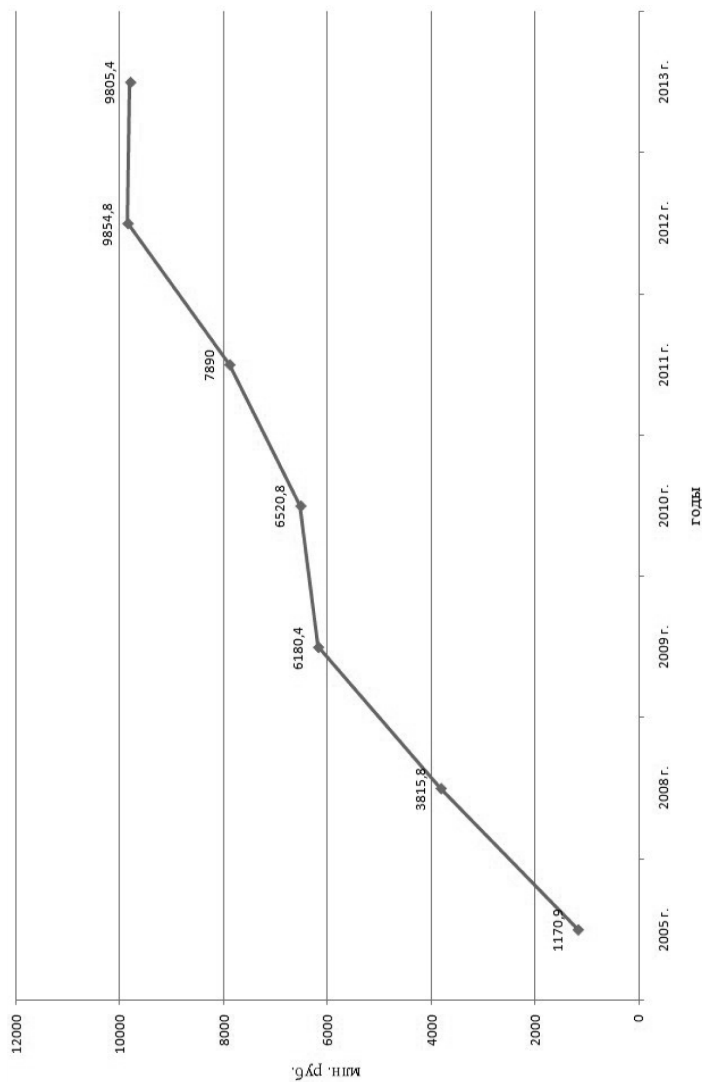


Рис. 3. Инвестиции в основной капитал ТЭК
[по данным Территориального органа Федеральной статистики по Тамбовской области]

Таким образом, инвестиционный климат в экономике не очень благоприятен. Основная часть инвестиционного фонда формируется за счет кредитных ресурсов и за счет собственных средств предприятий. Проблема заключается в неспособности (или нежелании) частных инвесторов в полном объеме компенсировать недостаток инвестиций. В связи с этим большая надежда возлагается на инновационную сферу, которая может привлечь инвесторов. Для стабильного роста экономики доля инвестиций должна быть 25–30% от уровня производства.

Для решения проблемы необходима модернизация основного энергетического оборудования и ввод новых генерирующих источников. В экономике региона и в топливно-энергетическом комплексе должен быть создан благоприятный инвестиционный микроклимат. Внедрение новых эффективных технологий позволит снизить электроёмкость и энергоёмкость. Развитие альтернативных источников энергии улучшит экологическую обстановку в регионе. Надежность энергетических систем обеспечит бесперебойное снабжение ТЭР экономику региона и населения, что будет являться основой обеспечения экономической безопасности региона.

Используемые источники

1. Сенчагов В.К. Экономическая безопасность России: Общий курс. — М.: Дело, 2009. — 654 с.
2. Бушуев В.В., Воропай Н.И., Мастепанов А.М., Шафраник Ю.К. и др. Энергетическая безопасность России. — Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1998. — 302 с.
3. Кондраков О.В. Определение пороговых значений индикаторов энергетической безопасности // Вестник Тамбовского государственного университета. Серия: Гуманитарные науки. — 2013. — № 9 (125). — С. 64–70.
4. Статистический ежегодник, 2014. / Стат. сб.: Тамбовстат. — Тамбов, 2011. — 421 с.
5. О производстве и потреблении электроэнергии в тамбовской области. Статистический ежегодник, 2014. / Стат. сб. : Тамбовстат. — Тамбов, 2014. — 421 с.