

УДК 63:631:530.1

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ СРЕДЫ И ЭНЕРГИИ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЭКСЭРГЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В АПК И ЖКХ**

*А.Г. Свентицкий, аспирант*

*И.И. Свентицкий, доктор технических наук*

*В.А. Королев, кандидат технических наук*

**ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
электрификации сельского хозяйства» г. Москва, Россия**

***e-mail: [gnuvieshinfo@yandex.ru](mailto:gnuvieshinfo@yandex.ru)***

*Аннотация. Значительного снижения энергоемкости сельхозпродукции и ВВП можно достичь эффективным использованием на основе эксергетического анализа теплоты среды и энергии солнечного излучения. При этом в 2,5-3 раза уменьшаются затраты топлива на тепловые процессы.*

***Ключевые слова: закон выживания, эксергетический анализ, энергоёмкость, теплота, энергия***

Общеизвестна перспективность использования теплоты среды и энергии солнечного излучения при прямом его преобразовании в электричество или в процессе фотосинтеза растений. Энтропийный анализ в этих случаях принципиально невозможен из-за несогласованности этих процессов со вторым началом термодинамики (ВНТ). Эксергетический анализ этих источников возможен, но на международном уровне его разработка не завершена и недостаточно подтверждена нормативными положениями. В РФ выполнено большое количество исследований по использованию этих возобновляемых источников без должного анализа их преобразований, что снижает их научную и практическую значимость. Широкое применение тепловых насосов (ТН) в Японии, США, Канаде и развитых европейских странах в последние годы позволило снизить потребление ими первичных энергоносителей 2-3 раза. К сожалению, отечественная промышленность не производит и не применяет в должной мере высокоэффективных ТН. По этой причине в РФ примерно 50 % ежегодно потребляемого топлива затрачивается на получение низкотемпературного тепла. Эксергия этой части топлива практически не используется. Это приводит к высокой энергоемкости, как сельскохозяйственной продукции, так и внутреннего валового продукта РФ.

Цель исследований – использование теплоты среды и энергии излучения на основе эксергетического анализа для энергосбережения в АПК и ЖКХ.

**Результаты исследований.** Разработан полуэмпирический метод эксергетического анализа преобразований энергии излучения в процессе фотосинтеза растений и метод эксергетического анализа теплоты среды при использовании ее тепловыми насосами (ТН) и холодильными машинами (ХМ). Возможна разработка полуэмпирического метода эксергетического анализа прямого преобразования излучения в электричество. Назрела необходимость апробации разработанных методов эксергетического анализа возобновляемых источников излучения и создания нормативных положений по их регламентированию.

Главным источником энергии для биосферы и аграрного производства является солнечное излучение оптического диапазона, поступающего на поверхность Земли. В жизненные процессы эту энергию включают фототрофные растения благодаря процессу фотосинтеза. На важность и необходимость учета этого природного процесса, наряду с трудом человека, впервые обратил внимание С. А. Подолинский [1]. Он этот природный процесс назвал процессом, сберегающим «превратимую энергию» на нашей планете.

Вторым исторически документированным особым вниманием к процессу фотосинтеза является Крунианская лекция К. А. Тимирязева «Космическая роль зеленых растений», которую он прочитал в 1903 г. на заседании Лондонского королевского общества. В самом названии этой лекции содержался вызов науке. Процесс фотосинтеза обеспечивает энергией организмы биосферы Земли, но второе начало термодинамики – главный закон энергетики и термодинамики не может объяснить этот процесс. Более того, фотосинтез находится в противоречии с основной функцией второго начала – энтропией, которая «повсеместно и непрерывно» возрастает и разрушает структуры и энергетические потенциалы. В этой лекции Тимирязев четко сформулировал важнейшую задачу экологической биоэнергетики – необходимость количественной оценки свободной энергии (эксергии) солнечного излучения на входе в растения [2, с. 345]: «Я считаю излишним настаивать на том, как...важно знать ту долю солнечной энергии, которую растения могут использовать».

Только в 1912 г. Королевское общество приняло в свое членство К.А. Тимирязева и, очевидно, оценило этот вызов. Более быстрый ответ на этот вызов содержался в работе А. Эйнштейна «Об одной эвристической точке зрения, касающейся возникновения и преобразования света» опубликованной в 1905 г. В ней подтверждалась невозможность объяснить фотоэффект ВНТ и содержалось обоснование квантовой эквивалентности фотоэффекта. Излучение оптического диапазона не только возникает (испускается) целыми фотонами, но также целыми и преобразуется. Поэтому фотоэффект (физический, химический, биологический) пропорционален не общему количеству поглощенной энергии излучения, а количеству эффективно поглощенных его фотонов [3]. За эту работу А. Эйнштейну присуждена Нобелевская премия. Однако, чисто теоретически на основе фотоэффекта свободную энергию можно определить

только для случая, когда спектральные характеристики излучателя и преобразователя излучения тождественны подобным характеристикам абсолютно черного тела. Растения и фотоэлектрические кремниевые преобразователи таких характеристик не имеют.

Определение эксергии оптического излучения, как в отношении фотосинтеза растений, так и для случая прямого его преобразования в электричество возможно полуэмпирическим методом. Абсолютную спектральную эффективность излучения с длиной волны соответствующей максимуму спектральной эффективности можно рассчитать по формуле Карно или определить, как фотохимический (фотофизический) эффект. Результаты расчетов спектральной эффективности этими двумя методами совпадают для процесса фотосинтеза. Относительную спектральную эффективность фотопроцесса (спектр действия) устанавливают экспериментально при уровнях значений облученности не насыщающих фотопроект. Такой метод определения эксергии излучения для растениеводства (свободной энергии на входе в растения) был разработан, обсужден на 3-й международной конференции по преобразованию энергии растениями и опубликован в научном журнале Гумбольдтовского университета [4]. Для регламентирования определения величины по этому методу в СССР были разработаны и введены в действие отраслевые стандарты [ОСТ 60.689.027–74 Минэлектротехпром СССР, ОСТ 60.689.027–74 Минэлектротехпром СССР], в Германии – национальные нормы (DIN/5031, Teil 10).

Надежная количественная оценка эксергии – свободной энергии солнечного излучения и других возобновляемых источников энергии, а также стремление к наиболее эффективному ее использованию представляется основным направлением устойчивого развития, позволяющим «... создать объединенную движущую силу развития Жизни», «Путь Жизни» [8, с.20].

Планета Земля – термодинамически закрытая система по обмену веществом, не имеет регулярного обмена веществом со своим окружением. Прогрессивная эволюция на ней возможна только при наличии круговорота веществ, участвующих в эволюции. Из всех сфер знаний наименее теоретизированы знания о жизни. Почему? Междисциплинарный анализ показывает, что самой общей причиной этого является не согласованность всех проявлений жизни и самоорганизации в целом с ВНТ. В тоже время, этому началу принято приписывать роль закона, направляющего эволюцию. Как и чем обоснована эта роль?

Обратимся к первоисточнику этого обоснования - работе немецкого физика Р. Клаузиуса, в которой он в 1850 г. ввел величину (термин) энтропия и дал своеобразную формулировку второго начала термодинамики: [5, s. 42]: «Второе начало в том виде, какой я ему придал, гласит, что все совершающиеся в природе превращения в определенном направлении, которое я принял в качестве положительного, могут происходить сами собой, т.е. без компенсации, но в обратном, т. е. отрицательном направлении, они могут происходить только

при условии, если одновременно происходят компенсирующие превращения. Применение этого начала к Вселенной приводит к заключению, на которое впервые указал В. Томсон. В самом деле, при всех происходящих во Вселенной превращениях, превращение в одном направлении постоянно преобладает над превращениями в противоположном направлении. Таким образом, общее состояние Вселенной должно все больше и больше изменяться в первом направлении, и, следовательно, это состояние должно непрерывно приближаться к некоторому предельному состоянию».

Клаузиус подчеркивает, что энтропия Вселенной непрерывно возрастает. Обобщая применимость первого и второго начал термодинамики к Вселенной, Клаузиус так кратко формулирует эти начала [5, s, 44]: «1) энергия мира постоянна, 2) энтропия мира стремится к максимуму». М. Планк по поводу этой формулировки Клаузиуса заметил [10, с, 113]: «... не имеет смысла без дальнейших пояснений говорить об энергии или энтропии мира, ибо такие величины не поддаются точному определению». Так возникла проблема «тепловой смерти Земли и Вселенной», вызвавшая многочисленные дискуссии в науке, философии и социологии. Эта проблема выражается и в вопиющем противоречии с теорией биологической эволюции, в соответствии с которой структуры и функции живых организмов прогрессивно развиваются, а их энтропия не возрастает, а уменьшается. Рассматриваемая трактовка ВНТ приводит к несогласованности (противоречию) его со всеми разделами классической физики. Современные представления об энтропии Вселенной по Клаузиусу, рассмотренные во многих публикациях (см., например, Интернет), свидетельствуют о том, что количественно эту величину невозможно оценить, «поскольку Вселенная не является термодинамической системой», т.к. она «не удовлетворяет исходным аксиомам термодинамики об аддитивности энергии и существовании термодинамического равновесия» (Интернет, Энтропия Вселенной). Воспринимать серьезно обоснование роста энтропии по Клаузиусу невозможно, не ответив на вопросы: как и почему появились природные самоорганизующиеся структуры, разрушаемые энтропией? Возникают ли они теперь? Почему и для чего их разрушает энтропия?

Полные ответы на эти вопросы можно получить при рассмотрении эволюции и функционирования биосферы Земли. Экспериментально надежно установлен круговорот в живой части биосферы химических элементов, входящих в состав организмов (азот, углерод, фосфор и др.). Только доли процента этих биофильных веществ, от общего их количества находящегося на поверхности Земли, практически по замкнутому циклу обращаются в живой части биосферы. Все организмы биосферы имеют ограниченный срок жизни. После выхода из самоорганизованного состояния структуры организмов становятся равновесными и «подвластными» ВНТ. Их «повсеместно и непрерывно» разрушает энтропия. В тоже время, структуры природных объектов, находящиеся в самоорганизованном (живом) состоянии продолжают не подчиняться ВНТ, нормально функционировать и вновь возникать из



высвобожденных биофильных элементов в соответствии с ЗВ [7]. Из этого видна роль ВНТ в эволюции биосферы – разрушение структур, вышедших из самоорганизованного состояния природных объектов, осуществление круговорота биофильных веществ в биосфере Земли. Все формулировки ВНТ имеют запретительный характер и только по этой причине оно непригодно для роли закона направляющего эволюцию.

Прогрессивную эволюцию биосферы направляет ЗВ. Его сущность в следующем: каждый элемент самоорганизующейся природы в развитии (индивидуальном, эволюционном) самопроизвольно направлен к состоянию наиболее полного (эффективного) использования доступной свободной энергии системой трофического уровня, в которую он входит. Выявлено, что ВНТ и ЗВ неразрывно объединены, в виде зеркальной динамической симметрии, в общий принцип естествознания – принцип энергетической экстремальности самоорганизации и прогрессивной эволюции (ПЭЭС и ПС) [4]. Установлено, что явление «жизнь – смерть», как естественная аксиома, надежно одновременно отображает: ВНТ, ЗВ и ПЭЭС и ПЭ (рис. 1).

Процесс прогрессивной эволюции происходит на Земле благодаря периодическому прохождению вещества через два принципиально различных состояния: самоорганизованное (не равновесное, живое) и равновесное (косное, не самоорганизованное).

Закон с сущностью противоположной сущности ВНТ был предсказан в XIX столетии выдающимися учеными: В.И. Вернадским, Г. Гельмгольцем, К. А. Тимирязевым, Н.А. Умовым, К.Э. Циолковским. Автор обосновывал его на макроуровне на основе анализа подсистем жизнеобеспечения и назвал его ЗВ. Общая система жизнеобеспечения организмов состоит из: обмена веществ, энергообмена и информационных (управляющих) процессов. Эти явления происходят в одних и тех же структурах и одновременно. Они физически не делимы. Мысленное их разделение позволяет определить ту из них, которая принципиально ограничивает развитие живой природы. Вещества, прошедшие через организмы, можно регенерировать, затратив энергию, и повторно использовать. Обмен веществ может быть частично или полностью замкнут. Основной информацией организмов является генетическая информация, которая в условиях благоприятных для размножения, переходя от поколения к поколению, может неограниченно долго сохраняться. Энергия, прошедшая через организм, большей частью рассеивается, деградирует и повторно не может использоваться этим или подобным организмом. Энергообмен однонаправлен, разомкнут. Доступная организмам свободная энергия принципиально ограничивает развитие живой природы. В связи с этим подсистемы обмена веществ и информационных (управляющих) процессов подчинены подсистеме энергообмена. В саморганизуемых, эволюционирующих системах развитие принципиально ограничивает подсистема энергообмена. Это подтверждают также исследования Римского клуба по выявлению пределов роста человеческого общества.



**Рис. 1. Логическая схема связи основной сущности ЗВ, ВНТ, ПЭЭС и ПЭ с аксиомой жизни и смерти, феноменальными физико-химическими принципами и основными теоремами физики**

На микро уровне это явление надежно обосновано: проф. МГУ А.П. Руденко анализом микроэволюции элементарных, открытых химических, каталитических систем; на молекулярном уровне - Г. Хакеном и М. Эйгеном. Лауреатом Нобелевской премии И. Пригожиным это явление самоорганизации обосновано аналитически и выражено в виде принципа минимизации удельного внутреннего производства энтропии. Этот принцип по своей сущности наиболее близок к сущности закона выживания, но выражен в энтропии, а не в свободной энергии. Г. Хакеном обоснован принцип подчинения синергетики. Его сущность подобна сущности математического приема сокращения переменных сложных систем. Однако, он не отражает самой сущности самоорганизации. В доступных публикациях автору не удалось найти обоснования ошибочности приписывания ВНТ и энтропии направляющей роли в эволюции и доказательству их истинной роли в этом процессе, а также аксиоматического обоснования ВНТ, ЗВ и их логической, концептуальной связи. Впервые это, по-видимому, осуществлено в работах автора

На 1-м Всемирном конгрессе по управлению мировыми запасами энергии ЗВ был представлен, как ключевой закон решения энергетической, продовольственной и экологической проблем [8]. Проведена косвенная экспериментальная проверка ЗВ на примере использования его при создании высоко энергоэффективных электрически ламп для искусственного выращивания растений. Закон выживания проявляется в виде различных энергоэкономных механизмов (явлений, структур, процессов): фазовых переходов, фракталов, солитонов, золотого отношения, онтогении или биогенетического закона, высокой способности всех видов организмов к

размножению, феноменальных экстремальных принципов, в том числе и использованных в качестве исходных положений теорий физики (Ферма, наименьшего действия). Выявлено, что дополнение существующих теорий естествознания ЗВ, ПЭЭС и ПЭ позволяет создать естественно научную основу всеединства знаний [7]. На их основе удалось решить все проблемы науки, обусловленные классической термодинамикой, которые более 160 лет не разрешались, а также решить главную проблему биофизики – логически объединить теории физики и знания биологии [7].

*Эксергетический анализ в АПК.* Используя эксергию излучения по процессу фотосинтеза растений, как начало исчисления, удалось разработать методику количественного взаимно согласованного определения традиционных агроэкологических величин и выразить их в одинаковых эксергетических единицах (единицах свободной энергии). Широко применяемые в экологии, растениеводстве и земледелии величины: агроклиматический (биоклиматический), мелиоративный потенциалы, плодородие земель (почв), максимальная (потенциальная) продуктивность растений (вида, сорта, гибрида) взаимно не согласованы и не имеют однозначных количественных определений. Все эти величины количественно, взаимно согласованно, однозначно определены с учетом энергопреобразующих особенностей (генетического потенциала) вида, сорта, гибрида растений и выражены в одинаковых единицах свободной энергии (эксергии).

Использование этих величин позволяет применять компьютерные средства для оптимизации агротехнологий. В разработанной нами компьютерной системе энерго-, ресурсосберегающей оптимизации агротехнологий получения продукции растениеводства аналитические определения рассмотренных величин использованы для определения основных алгоритмов этой системы. Для характеристики эффективности биотехнологии или агротехнологии любой культуры целесообразно использовать три основных критерия (показателя): коэффициент полезного действия эксергетический по использованию плодородия земли ( $\eta_{епз}$ ); показатель полезного действия эксергетический по затратам техногенной энергии ( $П_{ет}$ ); показатель эксергетический технико-экономический ( $П_{етэ}$ ). Эти показатели можно определить по зависимостям:

$$\eta_{епз} = e_{п}/e_{пз}, П_{ет} = e_{п}/e_{т}, П_{етэ} = Z_{п}/e_{п} \quad (1)$$

Чтобы определить значения этих показателей, требуется установить: продуктивность (урожай), который обеспечивает данная биотехнология ( $У$ ); рассчитать по общепринятым методикам приведенные затраты на единицу продукции ( $Z_{п}$ ) и подсчитать затраты техногенной эксергии на получение единицы продукции ( $e_{т}$ ). Эксергию продукции ( $e_{п}$ ) легко определить по энергии содержащихся в продукции питательных веществ (белки, жиры, углеводы). В первом приближении за эту величину можно принять энергосодержание данной продукции, значения которого приводятся в справочниках.

Эта система позволяет проводить расчеты по подбору альтернативного вида, сорта, гибрида растений для получения требуемой продукции на соответствие экологическим условиям земельного угодия. Такой расчет по подбору кормовых культур в 3-х и 5-типольных севооборотах позволил повысить общий урожай этих культур только за счет такого подбора культур на 30-35 % и снизить энергоемкость урожая на 40-45% в экологических условиях Подмосковья. На этой системе можно корректно на количественной основе определять уровень эффективности агротехнологий с учетом экологических условий земельного угодия [7]. Без использования эксергетического анализа такая оценка принципиально невозможна. Рассмотренные положения использования эксергетического анализа в растениеводстве и земледелия, методика и компьютерная система оптимизации производства продукции растениеводства составляют основу эксергетической теории урожая [7]. Эти положения эксергетической теории урожая вошли в виде отдельной главы в учебник для ВУЗов по курсу «Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия» (под общей редакцией академика РАН В.С. Шевелухи, М., 2015) для общеобразовательных, сельскохозяйственных и педагогических специальностей.

Уровень урожайности передовых зарубежных стран, достигнутый экспериментальным путем по основным культурам в 3-3,5 раза выше, чем уровень соответствующих отечественных культур. Дальнейшее эмпирическое повышение урожайности принципиально затруднено. Высокий уровень урожайности передовых стран достигнут благодаря длительной, не прерывавшейся земельной ренте и высокой государственной поддержке аграрного производства, а также строгой преемственности землепользователей и высокого уровня знаний ими своих земель и зональных сортов агротехнологий. Даже при самых благоприятных условиях отечественному АПК потребуются многие десятилетия для достижения эмпирическим путем уровня урожайности передовых стран. Международный уровень методик оценки земель аграрного назначения и агротехнологий не соответствует достигнутому уровню интенсивности их использования. Принципиально их усовершенствовать можно только на эксергетической основе в связи с тем, что процессом производства продовольствия является процесс преобразования энергии организмами.

*Эксергетический анализ в ЖКХ.* Традиционно электрообеспечение этих потребителей осуществляют от централизованных линий электропередач. Теплоснабжение – от автономных топливных теплогенераторов. Этим обусловлена очень высокая энергоемкость отечественных сельхозпродукции и ВВП. На международном уровне показатель энергоемкости: продукции, ВВП страны, региона принято считать уровнем научно-технического и социально-экономического прогресса. Этот показатель определяет себестоимость продукции и услуг, а также их международную конкурентоспособность. Без модернизации этой сферы энергообеспечения РФ не может стать равноправным партнером с развитыми странами по торговле основными видами сельхозпродукции, а также



многими иными видами товаров и услуг. Высокую энергоёмкость ВВП РФ нередко объясняют более суровым климатом. Но, как видно из рис. 2, в 1970 г. энергоёмкость отечественного ВВП была на уровне среднемирового значения.

Страны Западной Европы за период с 1970 г. до 2005 г. снизили энергоёмкость ВВП в 2,5-3,0 раза (рис. 2) заменой теплообеспечения водогрейными котельными на мини-ТЭЦ с когенерацией и использованием ТН. Из-за невозможности корректно определить термодинамический и эксергетический КПД ТН их энергопреобразующую эффективность характеризуют нагревательным коэффициентом. В [7] приведена методика эксергетического анализа теплоты среды, по которой ТН можно характеризовать термодинамическим и эксергетическим КПД с такой же надёжностью, как и тепловую силовую машину.

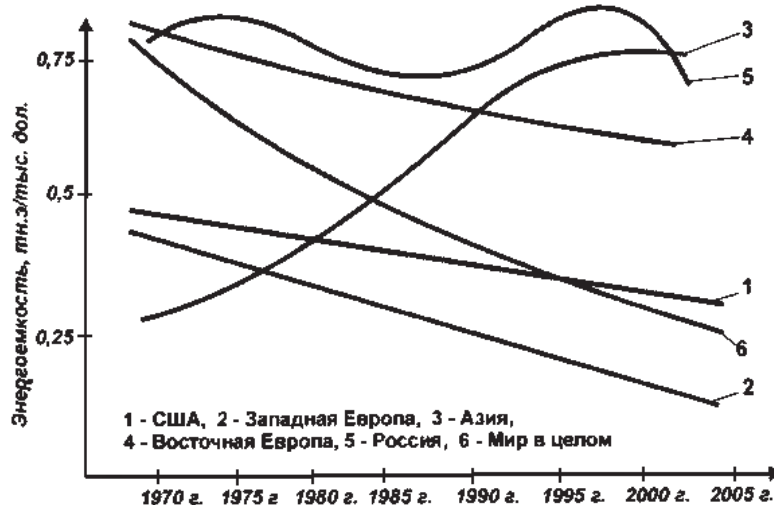


Рис. 2. Динамика энергоёмкости ВВП различных стран и регионов мира [9].

**Выводы.** В РФ примерно 50 % общего количества топлива, ежегодно используемого в стране, затрачивают только на получение низкотемпературного тепла. Эксергию этой части топлива не используют. К сожалению, в РФ не производят и не применяют в должном количестве наиболее высокоэффективные генераторы низкотемпературного тепла – ТН. Этим обусловлена высокая энергоёмкость, как сельхозпродукции РФ, так и ВВП, а также все возрастающая стоимость услуг ЖКХ. Необходима и неотложна модернизация энергообеспечения АПК и ЖКХ РФ заменой топливных теплогенераторов на мини-ТЭЦ с когенерацией и применением ТН, использующие теплоту среды. Для ускорения высокоэффективного использования теплоты среды и прямого преобразования энергии солнечного излучения необходимы нормативные положения по эксергетическому анализу этих видов возобновляемых источников энергии.

#### Список литературы

1. Подолинский С.А. Труд человека и его отношение к распределению энергии на нашей планете / С.А. Подолинский // Слово. – 1880. – Вып. №4. – С. 135–211.

2. Тимирязев К.А. Избранные сочинения в четырех томах. Т. 1. Солнце, жизнь и хлорофилл / К.А. Тимирязев. – М.: ОГИЗ–СЕЛЬХОЗГИЗ, 1949.
3. Эйнштейн А. Об одной эвристической точке зрения, касающейся возникновения и преобразования света: собр. науч. трудов / А. Эйнштейн. – Т.3. – М., Наука, 1967. – С. 92–107.
4. Свентицкий И.И. Определение свободной энергии на входе в растения // Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt Universitet zu Berlin. Math.–Nat. R., V. XXXIII. – 1984. – №4. – S. 330–331.
5. Clausius R, Abhandlungen uber die mechanische Warmentheorie, Abteilungen 1 – 11, Braunschweig, 1864-1867.
6. Планк М. Термодинамика / М. Планк. – М.–Л.: ГИЗ, 1925.
7. Свентицкий И.И. Естественнонаучная основа всеединства знаний. Эксергетическая теория урожая / И.И. Свентицкий. – М.: ФГБНУ ВИЭСХ, 2015. – 316 с.
8. Sventitskij I.I. Bioenergetic trends – a key to solving energy, food and ecological problems // Beyond energy crisis opportunity and chalendge. Pergamon press, Oxford and New York. – 1981. – P. 1863 – 1870.
9. Бушуев В.В. Энергетический потенциал и устойчивое развитие / В.В. Бушуев.– М.: ИАЦ энергия, 2006.

## **ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ СЕРЕДОВИЩА ТА ЕНЕРГІЇ ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОСНОВІ ЕКСЕРГЕТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В АПК ТА ЖКГ**

*А.Г. Свентицький, І.Й. Свентицький, В.О. Корольов*

*Анотація. Значного зниження енергоємності сільгосппродукції і ВВП можна досягти ефективним використанням на основі ексергетичного аналізу теплоти середовища та енергії сонячного випромінювання. При цьому в 2,5-3 рази зменшуються витрати палива на теплові процеси.*

*Ключові слова: закон виживання, ексергетичний аналіз, енергоємність, теплота, енергія*

## **USE OF HEAT AND ENVIRONMENT ENERGY RADIATION BASED ON EXERGY ANALYSIS FOR ENERGY SAVING IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX AND HOUSING AND COMMUNAL SERVICES**

*A. Sventitsky, I. Sventitsky, V. Korolev*

*Annotation. The significant reduction to energy capacity to agricultural product and gross product to Russia possible to reach efficient use on base exergy analysis of the heat of the ambience and energy of the solar radiation. The expenseses fuel on heat processes decrease in 2,5-3 times herewith.*

*Key words: law of the survival, exergy analysis, energy capacity, heat, energy*