

УДК 621.47

UDC 621.47

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА  
КЛЕТКИ В УСЛОВИЯХ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ****ELECTROCHEMICAL THERMODYNAMICS  
OF CELLS IN THE CONDITIONS OF  
ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT**

Курзин Николай Николаевич  
д.т.н., профессор,  
SPIN-код: 5339-9311

Kurzin Nikolay Nikolaevich  
Doctor of engineering sciences, professor, head of the  
chair, SPIN-code: 5339-9311

Рожков Евгений Александрович  
студент  
ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный  
университет, Краснодар, Россия

Rozhkov Evgeniy Aleksandrovich  
student  
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Рассматриваются основы термодинамики и возможности приложения её положений к основному биологическому объекту – клетке в условиях воздействия внешних электромагнитных полей. Таким образом, рассматривается система, свойства которой не меняются во времени, если над ней не совершаются внешние воздействия. Если же система подвергается таковым (механические, тепловые, электрические, магнитные и другие воздействия), то все её свойства или некоторые из них претерпевают изменения. Если хотя бы одно свойство системы изменится, мы будем говорить об изменении состояния системы вследствие того, что произошел некоторый процесс. С точки зрения воздействия внешних электромагнитных полей на термодинамическую систему – клетку живого организма или растения, очень важна сущность понятия работы. В отличие от общепринятых понятий работы расширения ( $pdV$ ), которая не считается полезной, введено понятие “полезной” работы  $dA'$ , под которой понимается работа электрического тока, магнитного поля или других физических полей при конструировании различных электротехнических устройств и аппаратов, применяемых в животноводстве и растениеводстве. Воздействие электромагнитного поля на биологические объекты приводит также к некоторому увеличению температуры биологической системы и, как следствие, к повышению скорости химических и биохимических реакций и возможным фазовым переходам, что отражается в повышенной активности биохимических процессов в этих объектах. Этим в определенной мере можно объяснить многочисленные экспериментальные результаты ученых и практиков, занимающихся проблемами стимулирования сельскохозяйственных культур, например, в процессе предпосевных обработок

The article covers the basics of thermodynamics and the possibility of the application of its provisions to the basic biological entity - the cell under the influence of external electromagnetic fields. Thus, we consider a system whose properties do not change in time, if it does not occur on the external influences. If the system is subjected to such (mechanical, thermal, electrical, magnetic and other effects), then all its properties, or some of them are changing. If at least one property of the system changes, we will talk about changing the status of the system due to the fact that there was some process. From the point of view of external electromagnetic fields on the thermodynamic system - a cell of a living organism or plant is very important essence of the concept of work. Unlike conventional concepts of the work of expansion ( $pdV$ ), which is not considered to be useful, we have introduced the concept of "useful" work  $dA'$ , which means the operation of the electric current, magnetic field or other physical fields in the design of various electrical devices and appliances used in livestock and crop. The impact of electromagnetic fields on biological objects also leads to a slight increase in temperature of the biological system and, as a consequence, it increases the rate of chemical and biochemical reactions and phase transitions, which is reflected in the increased activity of the biochemical processes in these objects. This, to some extent can explain numerous experimental results of scholars and practitioners concerned with stimulating crops, for example, during preplant treatments

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОХИМИЯ, СИСТЕМА,  
ТЕРМОДИНАМИКА, ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ  
ПОЛЕ, КЛЕТКА

Keywords: ELECTROCHEMISTRY, SYSTEMS,  
THERMODYNAMICS, ELECTROMAGNETIC  
FIELD, CELL

Термодинамический метод – один из важнейших при изучении влияния различных факторов на химическое взаимодействие и установления взаимосвязи между различными свойствами химических систем [10]. В связи с этим, рассмотрим основы термодинамики и возможности приложения её положений к основному биологическому объекту – клетке в условиях электромагнитного воздействия.

Представим себе некоторую систему материальных тел, которая отделена от внешнего мира воображаемой или действительно существующей оболочкой. Система может обладать различными свойствами: быть теплопроводной или нетеплопроводной; проницаемой или непроницаемой для тех или иных веществ; допускать или не допускать изменение объема системы или прохождение электрического тока и т.п. Все, что находится вне оболочки системы, представляет собой «внешнюю среду» или «внешний мир».

Сама система может быть простой или сложной, т.е. состоять из одного или нескольких веществ; быть гомогенной или гетерогенной; обладать различными свойствами, например определенными температурой, давлением, объемом и др.

Таким образом, мы рассматриваем систему, свойства которой не меняются во времени, если над ней не совершаются внешние воздействия. Если же система подвергается таковым (механические, тепловые, электрические, магнитные и другие воздействия), то все её свойства или некоторые из них претерпевают изменения. Если хотя бы одно свойство системы изменится, мы будем говорить об изменении состояния системы вследствие того, что произошел некоторый процесс.

Система находится в определенном состоянии, которое представляет собой совокупность таких свойств ее, как температура  $T$ , объем  $V$ , давление  $p$ , концентрация вещества  $C$ , электрический  $\phi$  и химический  $\mu$  потенциал и т.д.

Материальная система, в которой в результате внешних воздействий произошел какой-либо процесс, может быть возвращена тем или иным путем в исходное состояние, а все ее свойства примут значения, которые они имели в первоначальном состоянии. Сумму всех процессов, которые вывели систему из начального состояния, а затем вернули ее в это же состояние, называют круговым процессом или циклом.

Формы «отклика» материальной системы на внешние воздействия могут быть отнесены к двум типам:

1. Тепловые, т.е. процессы теплопереноса, которые могут реализовываться или за счет теплопроводности (при непосредственном соприкосновении внешних тел с телами системы), или путем излучения; эти действия выражается количеством теплоты  $Q$ , полученной системой от внешних тел во время теплопереноса.

Процессы, в которых  $Q = 0$ , т.е. когда система изолирована от внешней среды в тепловом отношении, называют адиабатическими.

2. «Рабочие действия», к числу которых относят механические действия (перемещение внешних тел под действием сил, например, подъем грузов; сжатие пружин; изменение объема под действием давлением и т.п.); электрические действия (прохождение электрического тока между системой и внешними телами), воздействие внешнего магнитного поля и других внешних физических полей. Общее количество работы всех видов будем обозначать через  $A$ .

Если система совершает какой-либо конкретный процесс, в результате которого она переходит из одного состояния (начального) в другое (конечное) и производит при этом внешнюю работу  $A$ , получая в то же время от внешней среды теплоту  $Q$ , то разность  $Q - A$  называют приращением внутренней энергии системы  $\Delta U$  в данном процессе и обычно выражают [6, 9, 10, 27, 28, 49, 50, 52] уравнением (1.2), описывающее первый закон термодинамики:

$$\Delta U = Q - A \quad (1.2)$$

Таким образом, первое начало термодинамики, или закон сохранения энергии, утверждает, что приращение внутренней энергии системы ( $\Delta U$ ) не зависит от пути, по которому система перешла из начального состояния в конечное, т.е. не зависит от того, с помощью какого именно процесса из множества возможных процессов произошел этот переход. Из этого следует, что каждому такому процессу соответствуют свои значения  $Q$  и  $A$ , разность их  $\Delta U$  остается одной и той же для любого пути перехода. Это значит, что энергия является однозначной функцией состояния системы и имеет в каждом состоянии системы вполне определенное значение. Поэтому мы можем сказать, что приращение  $\Delta U$  равно разности ее внутренних энергий  $U_2$  и  $U_1$  в конечном и начальном состояниях:

$$\Delta U = U_2 - U_1 \quad (1.3)$$

Согласно [10], сообщенная системе теплота идет на приращение внутренней энергии  $\Delta U = U_2 - U_1$  и на преодоление сопротивлений, препятствующих изменению состояния системы, т.е. совершение работы. Следовательно,

$$Q - A = U_2 - U_1 \text{ или } Q = \Delta U + A \quad (1.4)$$

Перепишав уравнение (1.4) в виде

$$\Delta U = Q + (-A) \quad (1.5)$$

приходят к выводу, что изменение внутренней энергии системы происходит за счет передачи энергии от внешней среды и осуществляется лишь в двух формах – теплоты и работы. В этом случае теплота и работа является формами передачи энергии. Однако этим их сходство ограничивается. Работа есть макрофизическая, т.е. упорядоченная форма

передача энергий от системы, совершающей работу, к системе, над которой она совершается; теплота же является микрофизической, т.е. неупорядоченной формой обмена энергии между системами вследствие хаотического (теплого) движения частиц. Работа может быть направлена на пополнение запасов любого вида энергии (электрической, магнитной и т.д.); теплота без преобразования её в работу может пополнять только запас внутренней энергии [6], а теплоту и работу в циклическом процессе целесообразно записывать как сумму (интеграл) бесконечно малых (элементарных) теплоты  $dQ$  и бесконечно малых (элементарных) работ  $dA$ , причем начальный и конечный пределы интегрирования совпадают (цикл).

Условились считать положительными теплоту, полученную системой от окружающей среды, и работу, произведенную системой (энергия в форме работы передается при этом от системы к окружающей среде). Тогда эквивалентность теплоты и работы в циклическом процессе записывают так:

$$\oint dA = J \oint dQ \quad (1.6)$$

В уравнении (1.6) знак  $\oint$  обозначает интегрирование по циклу. Постоянство коэффициента  $J$  отражает эквивалентность теплоты и работы ( $J$  – механический эквивалент теплоты).

Уравнение (1.6) выражает собой закон сохранения энергии для частного, очень важного случая превращения работы в теплоту. В исследованиях Джоуля, Роуланда (1880), Микулеску (1892) и других использовались методы трения в металлах, удара, прямого превращения работы электрического тока в теплоту, растяжения твердых тел и др. Коэффициент  $J$  всегда был постоянным в пределах ошибки опыта.

Для некругового процесса равенство (1.6) не соблюдается, так как система не возвращается в исходное состояние. Различия, коренящиеся в

самой природе теплоты и работы, являются несущественными при анализе первого начала термодинамики, но имеет фундаментальное значение при обосновании второго начала термодинамики.

Для нас, с точки зрения воздействия внешних электромагнитных полей на термодинамическую систему – клетку живого организма или растения, очень важна сущность понятия работы. В связи с этим рассмотрим это понятие более детально.

Работа расширения газа выражается произведением  $pdV$ , однако система может производить и другие виды работы, а не только работу расширения. Так, если в системе увеличивается поверхность раздела двух фаз, например, жидкости и газа, то работа против сил поверхностного натяжения выразится произведением  $gds$ ,  $g$  – поверхностное натяжение, а  $ds$  – изменение величины поверхности. Если работа связана с изменением электрического состояния тел системы, то ее можно выразить в виде произведения компонентов вектора напряженности ( $E$ ) электрического тока на компоненты вектора электрической индукции ( $D$ ), т.е.  $DdE$ . Если работа обусловлена переносом заряда  $e$  против разности потенциалов  $dU$ , то работа выразится произведением  $edU$ .

Следовательно, работа всегда выражается произведением некоторой величины  $X$ , называемой обобщенной силой, на величину, которую называют обобщенной координатой  $x$  [27, 28].

На этом основании уравнение, выражающее первое начало термодинамики, записывают следующим образом:

$$dQ = dU + \sum_x X, \quad (1.7)$$

Полезной [10, 27, 28] или максимально полезной [49] работой принято называть всю работу системы за вычетом работы расширения и обозначают полезную элементарную работу  $dA'$ .

В обратимом процессе

$$dA' = dA - pdV, \quad (1.8)$$

В дальнейшем будем считать работу положительной, если она совершается системой, и отрицательной, если внешние силы производят работу над системой, как в случае воздействия внешнего электромагнитного поля на систему – клетку. В связи с этим, следует обратить внимание, что в работе [51, 52] при анализе первого начала термодинамики отмечается, что согласно ему количество энергии, которое выделяется или поглощается в форме теплоты и работы, постоянно для любого процесса; энергия не может ни возникнуть, ни уничтожиться, и, следовательно,  $A + Q$  равно изменению полной энергии системы, называемой внутренней энергией

с учетом всего вышесказанного для бесконечно малого изменения состояния системы уравнение первого начала термодинамики примет вид:

$$dQ = du + dA = du + pdV + dA', \quad (1.9)$$

где  $dA$  – сумма всех элементарных работ, т.е. в общем случае работа  $p \cdot dV$  преодоления внешнего давления и работы  $dA'$  против электрических, магнитных и прочих сил (так называемой полезной работы); либо в виде уравнения:

$$dQ = du + dA = du + pdV - dA', \quad (1.10)$$

если  $dA'$  – полезная работа над системой внешних сил физических полей (электрических, магнитных и т.д.)

В химической термодинамике не менее важную роль, чем внутренняя энергия, играет другая функция состояния, называемая энтальпией, или теплосодержанием которую обозначают буквой  $H$ . Эта функция, введенная Гиббсом, была определена им с помощью уравнения:

$$H = U + pV$$

(1.11)

Приращение энтальпии при любом бесконечно малом процессе равно:

$$dH = dU + pdV + Vdp,$$

(1.12)

откуда с учетом уравнения (1.10) следует:

$$dH = dQ + Vdp - dA'$$

(1.13)

Функция состояния, равна  $H - TS$ , представляет большой интерес при рассмотрении изотермо-изобарных изменений состояния системы. Эта функция названа энергией Гиббса и обозначается через  $G$ : в литературе встречаются также обозначения  $F$ ,  $Z$ ,  $\Phi$  и названия: свободная энергия при постоянном давлении, изобарный потенциал, термодинамический потенциал при постоянном давлении, свободная энергия Гиббса, свободная энтальпия.

$$G = H - TS$$

(1.14)

По аналогии разность  $U - TS$  является функцией состояния системы и называется энергией Гельмгольца  $F$  (прежнее название – свободная энергия):

$$F = U - TS,$$

(1.15)

здесь  $S$  – некоторая функция состояния материальной системы,



которую называют энтропией, что означает содержание изменения или количество превращения. Эта функция обладает тем свойством, что при любом бесконечно малом обратимом процессе:

$$dS = dQ_{обр}/T,$$

(1.16)

а при необратимом:

$$dS > dQ_{необр}/T,$$

(1.17)

или в общем виде:

$$dS \geq dQ/T,$$

(1.18)

Величина  $T$  в уравнениях (1.16) – (1.18) представляет собой универсальную функцию температуры  $T(t)$ , одинаковую для любых систем. Ввиду универсальности этой функции величину  $T$  называют абсолютной термодинамической температурой и измеряют ее по термодинамической шкале (по шкале Кельвина).

Принято считать, что с помощью энтропии можно количественно охарактеризовать ту направленность изменений, происходящих в природе при протекании необратимых процессов, которая следует из второго начала термодинамики. Максимальная полезная работа  $dA'_{max}$  следующим образом связана с термодинамическими функциями свободной энергии  $F$  и полного термодинамического потенциала  $G$  [49].

При  $T = const$  и  $V = const$ :

$$dA'_{max} \leq -d(U - TS) = TdS - dU = -(dF)_{T,V},$$

(1.19)

а при  $T = \text{const}$  и  $p = \text{const}$ :

$$dA'_{\text{max}} \leq -d(U+pV - TS) = TdS - dU - p \cdot dV = -(dG)_{T,p}$$

(1.20)

Знак « $\leq$ » соответствует необратимым процессам.

При отсутствии полезной работы  $(dF)_{T,p} \leq 0$ ,  $(dG)_{T,p} \leq 0$ ,

т.е. величины  $F$  и  $G$  убывают при неравновесных процессах, а при равновесии остаются постоянными и достигают при этом минимальных значений.

В большинстве случаев изменения объема и давления в биохимических превращениях незначительны, поэтому величины

$$dF = -SdT - pdV;$$

(1.21)

$$dG = -SdT + Vdp = dF + pdV + Vdp;$$

(1.22)

практически совпадают, то есть:  $dF \approx dG$

В термодинамическом отношении открытые (биологические) системы в процессе своего изменения проходят через ряд неравновесных состояний, что, в свою очередь, также сопровождается соответствующими термодинамическими переменными.

В целом поддержание неравновесных состояний в открытых системах возможно лишь за счет создания в них соответствующих потоков вещества и энергии. Таким образом, открытым системам присущи неравновесные состояния, параметры и свойства которых, вообще говоря, есть функции времени. Для термодинамического потенциала  $G$  и свободной энергии  $F$  это означает, что  $G = G(T,p,t)$ ;  $F = F(T,V,t)$ .

Как видим, решение термодинамических задач сводится к

характеристическим функциям состояния и изопротессам, при которых один или два термодинамических параметра ( $p, V, T$ ) постоянны, причем во всех случаях «полезная» работа  $dA'$  принимается равной нулю.

Таким образом, в отличие от общепринятых понятий работы расширения ( $pdV$ ), которая не считается полезной, введено понятие «полезной» работы  $dA'$ , под которой понимается работа электрического тока, магнитного поля или других физических полей. Это дает основание считать воздействие внешнего электромагнитного поля на различные организмы в определенном диапазоне частот и интенсивности как совершение работы по стимулированию или угнетению процессов жизнедеятельности.

Как уже отмечалось, в живых организмах протекает множество сложных процессов, состоящих из ряда последовательных биохимических реакций, а совокупность этих реакций и представляет метаболизм. Принято считать, что скорость химической реакции с ростом температуры всегда увеличивается [2, 51] и при небольшом изменении температуры на каждые  $10^0$  увеличивает скорость реакции в 2...4 раза.

$$\frac{v_{T+\Delta T}}{v_T} = \frac{K_{T+\Delta T}}{K_T} = \gamma^{\frac{\Delta T}{10}}$$

(1.23)

где:  $v_T$  и  $K_T$  – скорость и константа скорости реакции при температуре превышающей  $T$  на  $\Delta T$ ;

$\gamma$  - коэффициент, принимающий значения от 2 до 4.

Это выражение позволяет количественно оценить среднюю скорость движения молекул. В действительности молекулы вещества, находящегося в газообразном или другом агрегатном состоянии движутся в каждый

момент времени с разными скоростями. Максвелл для газообразного состояния вещества установил закон, позволяющий определить какое число молекул  $dN$  из общего количества  $N_0$  молекул в единице объема обладают при данной температуре скоростями, лежащими в интервале от  $v$  до  $v+dv$ , т.е.  $\frac{dN}{dv} = f(v)$ . Это закон математически описывается

выражением:

$$dN = N_0 \cdot 4\pi \left( \frac{m}{2\pi KT} \right)^{3/2} e^{-\frac{mv^2}{2KT}} v^2 dv,$$

(1.24)

и графически в виде кривой (рис. 1.3)

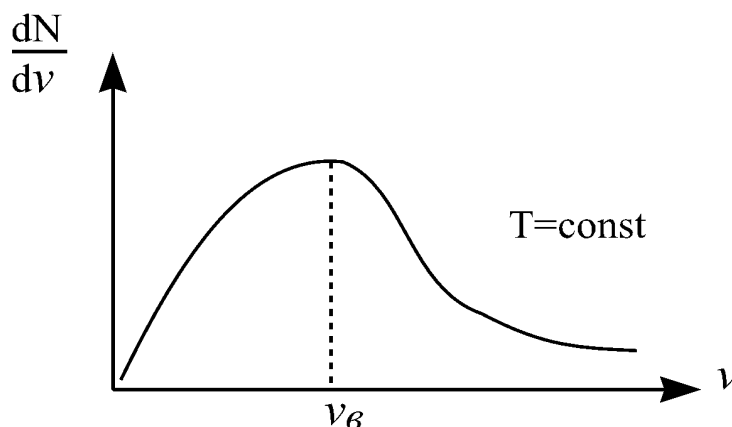


Рисунок 1.3 – Кривая закона распределения молекул по скоростям. Каждой температуре газа соответствует некоторое вероятное значение скорости молекул  $v_с$ , такое, что этой скорости и близкой к ней скоростям обладают наибольшее количество молекул [7]:

$$v_с = \sqrt{\frac{2KT}{m}} \approx \sqrt{\frac{RT}{\mu}},$$

(1.25)

С ростом температуры кривые смещаются в сторону больших скоростей, то есть увеличивается доля молекул с большими скоростями.

С некоторой долей условности этот закон можно применить и для жидкого состояния вещества, к которому можно отнести состояние вещества в каждой клетке животного или растительного мира, так как клетка более чем на 70% состоит из воды [5].

В какой степени полезная работа магнитного поля может изменить температуру в клетке живого организма при его облучении магнитным полем пока количественно оценить трудно, но достаточно обратить внимание на следующие моменты:

1. Изменение температуры системы лишь на  $10^\circ$  приводит к увеличению скорости химических реакций в 2-4 раза. Если принять нормальную температуру  $T_0=293K$ , то увеличение на  $10^\circ$  повысит температуру системы до  $T=303K$  или на  $\frac{10}{293} \cdot 100\% = 3,41\%$ .

2. Изменение температуры тела человека с  $36,6^\circ C$  до  $37,1^\circ C$ , т.е.  $(293+36,6)=329,6K$  до  $(293+37,1)=330,1K$  или на свидетельствует о появлении в организме очага воспалительного процесса, т.е. иных, не свойственных для здорового организма биохимических процессов.

Существенное же повышение температуры тела человека может привести к летальному исходу. В мировой медицине известны случаи, когда онкологические больные выздоравливали после перенесенной такой серьезной болезни как тиф, при которой температура тела поднимается выше  $42^\circ C$ . Эти факты, а также экспериментальные исследования показали, при температуре тела более  $43,5^\circ C$  за два часа разрушаются онкологические клетки, здоровые же клетки выдерживают температуру  $45,5^\circ C$ . Как видим, эти изменения температур от их нормальной величины  $36,6^\circ C$  по термодинамической шкале температур составляет всего 2,1% и 2,7%. Следовательно, незначительное изменение температуры тела человека свидетельствует о существенном изменении биохимических реакций в организме [1, 2].

Изменение температуры приводит к изменению размеров макромолекулы, что выражается в соответствующем изменении средней плотности числа мономерных звеньев, и, как следствие, к изменению энергии их взаимодействия.

Принято считать [49], что в результате объемных взаимодействий плотность числа звеньев в пространстве, занятом макромолекулой, может меняться от точки к точке. В полимерной нити вследствие взаимосвязи звеньев или линейной памяти изменение плотности в одной точке пространства связано с изменением плотности в другой точке, т.е. существует пространственная корреляция плотности.

Если в макромолекуле полностью отсутствуют всякие объемные взаимодействия, то она не имеет достоверной пространственной структуры. В этом состоянии флуктуации плотности – порядка самой плотности. Такое состояние принято называть клубком.

Наличие объемных взаимодействий может привести к осуществлению такого состояния, в котором флуктуация плотности мала по сравнению с самой плотностью. Такое плотное образование называется глобулой [49].

Переходы между состояниями клубка и глобулы – переходы между разными фазами, что сопровождаются изменением агрегатного состояния макромолекулы. В случае жесткой цепи, как показано [49, 50], переход клубок-глобула происходит как фазовый переход первого рода, хотя с малой теплотой перехода. В случае гибких цепей переход происходит как плавный переход второго рода. Белковые глобулы претерпевают переходы типа порядок – беспорядок в относительно малом интервале возмущающей переменной температуры и в этом смысле напоминают фазовые переходы первого рода. Возможны и фазовые переходы второго рода, когда в каждой точке перехода происходит изменение теплоемкости биополимера при переходе его из нативного (спиральное, глобулярное) состояния в

денатурированное (клубкообразное). Но, как известно, фазовые переходы второго рода не сопровождаются тепловыми эффектами.

В целом считаются [28, 49], что статистическая картина фазовых переходов усложняется вследствие наложения структурных перестроек, которые зависят от физической природы сил взаимодействия мономерных звеньев и не обязательно усредняются по всему пространственному объему, занятому макромолекулой.

Воздействие электромагнитного поля на биологические объекты приводит к некоторому увеличению температуры биологической системы и, как следствие, к повышению скорости химических и биохимических реакций и возможным фазовым переходам, что отражается в повышенной активности биохимических процессов в этих объектах на начальной фазе формирования животного и растительного организма [1, 2]. Этим можно объяснить многочисленные экспериментальные результаты ученых и практиков, занимающихся, например, стимулированием сельскохозяйственных культур в процессе предпосевных обработок, а полученные патенты на способы и технические устройства для современных электротехнологий свидетельствуют о перспективности этих научных направлений [4, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48].

#### Список литературы

1. Александров Б.Л. Температура вещества / Б.Л. Александров, А.Б. Александров, М.Б. Родченко // Сб. науч. тр. КГАУ. – Краснодар, 2000. Вып. 381(409) – С. 206-216.
2. Александров Б.Л. Обоснование механизма воздействия внешних электромагнитных полей на процессы стимулирования жизнедеятельности биологических систем / Б.Л. Александров, А.Б. Александров, Н.Н. Курзин // Труды КГАУ. – Краснодар, 2007. – Вып. № 5(9) – С. 197-201.
3. Барнс Ф.С. Влияние электромагнитных полей на скорость химической реакции / Ф.С. Барнс // Биофизика. – Т.41., вып. 4. – 1996. С. 790-797.

4. Барышев М.Г. Воздействие электромагнитных полей на биохимические процессы в семенах растений / М.Г. Барышев, Г.И. Касьянов // Известия вузов. Пищевая технология. – № 1. – 2002. – С. 21-23.
5. Белановский А.С. Основы биофизики в ветеринарии: учебное пособие / А.С. Белановский – М.: ВО Агропромиздат, 1989. – 271 с.
6. Герасимов Я.И. Курс физической химии / Я.И. Герасимов, В.П. Древинг, Е.Н. Еремин и др. – Т.1. М.: Химия, 1970. – 592 с.
7. Глинка Н.Л. Общая химия. Учебное пособие для вузов / Н.Л. Глинка – Л.: Химия, 1983 – 704 с.
8. Журавлев С.Г. Применение электромагнитных полей в сельском хозяйстве / С.Г. Журавлев, Ю.Р. Бойко, М.У. Хайдаров // Достиж. науки и техн. АПК. –№ 1. – 1991. – С. 33-34.
9. Загинайлов В.И. Параметры контроля и управления биообъектами / В.И. Загинайлов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 1. – 2005. – С 20-21.
10. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика / М.Х. Карапетьянц – М.: Химия, 1975. – 583 с.
11. Курзин Н.Н. Электромагнитное поле в животноводстве. / Н.Н. Курзин // Повышение эффективности электрификации сельскохозяйственного производства / Труды КГАУ. – Вып. 360 (388) – Краснодар, 1997.– С 138-145.
12. Курзин Н.Н. Электрофизические методы повышения продуктивности животных / Н.Н. Курзин, Н.И. Богатырев, Н.А. Демьянченко, М.А. Вольнова – В кн.: Материалы международного научного симпозиума. – Кишинев, 1998.
13. Курзин Н.Н. Применение электромагнитного поля в животноводстве / Н.Н. Курзин // Наука Кубани. – № 5. – 1999. – С. 9-13.
14. Курзин Н.Н. Обоснование устройства для стимуляции развития эмбрионов птиц электромагнитным полем / Н.Н. Курзин, В.В. Пушкарский, М.А. Вольнова // Применение электротехнических устройств в АПК / Труды КГАУ. – Вып. 381 (409) – Краснодар, 2000. –С. 83-96.
15. Курзин Н.Н. Оптимизация режимов электромагнитного аппарата для воздействия на биологические объекты / Н.Н. Курзин, Н.В. Силяева // Применение электротехнических устройств в АПК / Труды КГАУ. – Краснодар, 2000. – Вып. 381 (409) – С. 102-114.
16. Курзин Н.Н. Электрофизическое воздействие на биологические объекты / Н.Н. Курзин, Н.В. Когденко – В кн.: Материалы ежегодной научно-практической конференции «Энергосберегающие технологии и процессы в АПК». – Краснодар, 2000. – С. 19-20.
17. Курзин Н.Н. Перспективы применения аппаратов электрофизиотерапии / Н.Н. Курзин, Н.А. Демьянченко // Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК / Сб. науч. тр., СГСХА. – Ставрополь, 2001. – Т 2. – С. 260-262.
18. Курзин Н.Н. Новые электромагнитные устройства для АПК / Н.Н. Курзин, // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе / Сб. науч. тр., СГСХА. – Ставрополь, 2003. – Т. 1. – С. 57-62.
19. Курзин Н.Н. Новые электромагнитные устройства сельскохозяйственного назначения / Н.Н. Курзин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 6. – 2004. – С 20-22.
20. Курзин Н.Н. Влияние электромагнитных полей на биологические системы растительного и животного происхождения / Н.Н. Курзин, // Энергосберегающие технологии, оборудование и источники электропитания для АПК / Труды КГАУ. – Краснодар, 2005. – Вып. 420 (150) – С 297-300.



21. Курзин Н.Н. Оценка воздействия внешних электромагнитных полей на процессы стимулирования биологических объектов / Н.Н. Курзин, // Энергосберегающие технологии, оборудование и источники электропитания для АПК / Труды КГАУ. – Краснодар, 2006. – Вып. 421 (151) – С 180-184.

22. Курзин Н.Н. Инструментальная оценка воздействия электромагнитных полей на биообъекты / Н.Н. Курзин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 11. – 2006. – С 11-12.

23. Курзин Н.Н. Влияние электромагнитных полей на биологические объекты в животноводстве / Н.Н. Курзин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 1. – 2008. – С 55.

24. Курзин Н.Н. Применение цифровых процессоров для инструментальной оценки воздействия электромагнитных полей на объекты растительного и животного происхождения / Н.Н. Курзин // Труды КГАУ. – Краснодар, 2008. – Вып. № 1 – С 215-220.

25. Курзин Н.Н. Электротехнологические методы и средства повышения эффективности искусственного осеменения коров и восстановления их молочной продуктивности / Н.Н. Курзин // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Краснодар, 2009. – 266 с.

26. Магеровский В.В. О влиянии электромагнитных полей на всхожесть семян сельскохозяйственных культур / В.В. Магеровский, М.Г. Барышев, Г.П. Ильченко и др. // Повышение эффективности электрификации сельскохозяйственного производства / Труды КГАУ. – Вып. 360 (388) – Краснодар, 1997.– С 65-71.

27. Никитенко Г.В. Повышение магнитного коэффициента полезного действия аппаратов обработки воды / Г.В. Никитенко, Д.Е. Кофанов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 3. – 2008. – С 34-35.

28. Никольский Б.П. Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство / Б.П. Никольский, Н.А. Смирнова, М.Ю. Панов и др. – Л.: Химия, Ленинградское отделение, 1987. – 880 с.

29. Патент 2128965 Российская Федерация, МПК С1 А 61 D 19/02, 19/00 Устройство для обработки спермы животных / Н.И. Богатырев, Н.Н. Курзин, В.И. Комлацкий, Е.А. Зайцев, В.Н. Темников; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 97119562/13 заявл. 26.11.1997; опубл. 20.04.1999. Бюл. № 11. – 8 с.

30. Патент 2136605 Российская Федерация, МПК С1 С 02 F 1/48 Устройство для магнитной обработки жидкости / Н.И. Богатырев, Н.Н. Курзин, О.В. Вронский, В.Н. Темников, М.А. Вольнова, А.Б. Александров; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 98103200/25 заявл. 10.02.1998; опубл. 10.09.1999. Бюл. № 25. – 8 с.

31. Патент 2136606 Российская Федерация, МПК С1 С 02 F 1/48 Электромагнитное устройство для обработки жидкости / Н.И. Богатырев, Н.Н. Курзин, И.В. Жраков, В.Н. Темников, В.Ф. Кремьянский, Г.К. Горячкин; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 98103207/25 заявл. 10.02.1998; опубл. 10.09.1999. Бюл. № 25. – 6 с.

32. Патент 2137333 Российская Федерация, МПК С1 А 01 С 1/00 Установка для предпосевной обработки семян / Н.Н. Курзин, И.А. Потапенко, Н.И. Богатырев, В.К. Андрейчук, В.Ф. Кремьянский; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 98102421/13 заявл. 10.02.1998; опубл. 20.09.1999. Бюл. № 26. – 4 с.

33. Патент 2137334 Российская Федерация, МПК С1 А 01 С 1/00 Устройство для предпосевной обработки семян / Н.И. Богатырев, Н.Н. Курзин, И.А. Потапенко, В.Н. Темников, В.Ф. Кремьянский, М.А. Вольнова; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 98103201/13 заявл. 10.02.1998; опубл. 20.09.1999. Бюл. № 26. – 6 с.

34. Патент 2140147 Российская Федерация, МПК С1 А 01 К 41/00, А 61 N 2/04 Устройство для воздействия на эмбрионы птиц пульсирующим электромагнитным полем / Н.И. Богатырев, М.А. Вольнова, Н.Н. Курзин, В.Ф. Кремянский, В.В. Пушкарский, В.И. Щербатов; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 98116031/13 заявл. 11.08.1998; опубл. 27.10.1999. Бюл. № 30. – 6 с.

35. Патент 2155558 Российская Федерация, МПК С2 А 61 D 19/02 Устройство для электромагнитного воздействия на сперму животных / Н.И. Богатырев, М.А. Вольнова, Н.А. Гуськов, Н.А. Демьянченко, Н.Н. Курзин, И.С. Иващенко; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 98121964/13 заявл. 01.12.1998; опубл. 10.09.2000. Бюл. № 25. – 10 с.

36. Патент 2190324 Российская Федерация, МПК С2 А 01 J 7/00 Способ стимуляции молочной железы первотелок при машинном доении и устройство для его осуществления / Н.И. Богатырев, М.В. Назаров, Л.А. Дайбова, А.Л. Кулакова, Н.В. Когденко, Н.Н. Курзин; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2000110973/13 заявл. 28.04.2000; опубл. 10.10.2002. Бюл. № 28. – 12 с.

37. Патент 2210768 Российская Федерация, МПК С2 G 01 N 33/48, А 01 J 5/14 Способ диагностики мастита у коров и устройство для его осуществления / Н.И. Богатырев, Л.А. Дайбова, Н.Н. Курзин, Н.А. Демьянченко, Н.В. Когденко, А.Л. Кулакова; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2000118494/13 заявл. 11.07.2000; опубл. 20.08.2003. Бюл. № 23. – 6 с.

38. Патент 2255467 Российская Федерация, МПК С1 А 01 J 7/00 Устройство для массажа вымени животных / Н.Н. Курзин, И.А. Потапенко, Д.Н. Курзин, М.В. Лепетухин, А.Л. Кулакова; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2004100498/12 заявл. 05.01.2004; опубл. 10.07.2005. Бюл. № 19. – 4 с.

39. Патент 2263446 Российская Федерация, МПК С1 А 01 J 7/00, J 7/04 Устройство для массажа вымени животных / Н.Н. Курзин, И.А. Потапенко, М.В. Лепетухин, Д.Н. Курзин, А.С. Чесовской, Д.В. Военцов; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2004117306/12 заявл. 07.06.2004; опубл. 10.11.2005. Бюл. № 31. – 4 с.

40. Патент 2267895 Российская Федерация, МПК С2 А 01 С 3/00 (2006.01) Устройство для обработки навозных стоков / Н.Н. Курзин, И.А. Потапенко, Д.Н. Курзин, М.В. Лепетухин, А.Л. Кулакова; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2004103021/12 заявл. 02.02.2004; опубл. 20.01.2006. Бюл. № 02. – 4 с.

41. Патент 2271645 Российская Федерация, МПК С1 А 01 С 1/00 (2006.01) Устройство для предпосевной обработки семян / Н.Н. Курзин, И.А. Потапенко, О.В. Григораш, В.К. А.С. Чесовской, М.В. Лепетухин, Д.Н. Курзин, Д.А. Ирха; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2004119669/13 заявл. 28.06.2004; опубл. 20.03.2006. Бюл. № 8. – 4 с.

42. Патент 2278491 Российская Федерация, МПК С2 А 01 С 1/00 (2006.01) Установка для предпосевной обработки семян / Н.Н. Курзин, О.В. Григораш, Б.Л. Александров, И. А. Потапенко, А.Б. Александров, А.С. Чесовской, Д.Н. Курзин, Д.В. Военцов; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2004128767/12 заявл. 28.06.2004; опубл. 27.06.2006. Бюл. № 18. – 3 с.

43. Патент 2299559 Российская Федерация, МПК С2 А 01 J 7/00 (2006.01) А 01 J 7/04 (2006.01) Устройство для массажа вымени животных / Н.Н. Курзин, И.А. Потапенко, А.Л. Кулакова, Н.Н. Гугушвили, М.В. Назаров, А.С. Чесовской, Д.Н. Курзин; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2004134316/12 заявл. 24.11.2004; опубл. 27.05.2007. Бюл. № 15. – 4 с.

44. Патент 2151971 Российская Федерация, МПК С1 7 F 25 В 11/00 Газотурбогенератор / Н.И. Богатырев, О.В. Вронский, Е.А. Зайцев, Н.Н. Курзин, В.Н.

Темников; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 97118075/06 заявл.30.10.1997; опубл. 27.06.2000. Бюл. № 18. – 6 с.

45. Патент 2145763 Российская Федерация, МПК С1 7 Н 02 К 19/36 Генератор переменного тока с комбинированным возбуждением / Н.И. Богатырев, О.В. Вронский, Е.А. Зайцев, Н.Н. Курзин, С.Л. Санин, В.Н. Темников; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 98113046/09 заявл. 02.07.1998; опубл. 20.02.2000. Бюл. № 5. – 10 с.

46. Патент 2216097 Российская Федерация, МПК С2 7 Н 02 Р 9/46, Н 02 J 3/16 Устройство для стабилизации частоты и напряжения автономного асинхронного генератора / Н.И. Богатырев, О.В. Григораш, Н.Н. Курзин, С.Л. Санин, В.Н. Павлов, Ю.М. Стрелков, А.С. Креймер; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2001123027/09 заявл. 15.08.2001; опубл. 10.11.2003. Бюл. № 31. – 12 с.

47. Патент 2249291 Российская Федерация, МПК С1 Н 02 К 17/14, 3/28 Статорная многофункциональная обмотка асинхронного генератора / Н.И. Богатырев, В.Н. Ванурин, О.В. Вронский, Н.Н. Курзин, В.Н. Темников, А.В. Синицын; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2003126835/11 заявл. 01.09.2003; опубл. 27.03.2005. Бюл. № 9. – 4 с.

48. Потапенко И.А. Установка для комплексной предпосевной обработки семян сельхозкультур / И.А. Потапенко, В.К. Андрейчук, В.Ф. Кремянский // Повышение эффективности электрификации сельскохозяйственного производства / Труды КГАУ. – Вып. 360 (388) – Краснодар, 1997. – С 71-75.

49. Рубин А.Б. Биофизика. Книга 1. Теоретическая биофизика / А.Б. Рубин – М.: Высш. шк. – 1987. – 319 с.

50. Рубин А.Б. Биофизика. Книга 2. Биофизика клеточных процессов / А.Б. Рубин – М.: Высш. шк. – 1987. – 303 с.

51. Хмельницкий Р.А. Физическая и коллоидная химия / Р.А. Хмельницкий – М.: Высш. шк. – 1988. – 400 с.

52. Хомченко Г.П. Неорганическая химия. Учебник для сельскохозяйственных вузов / Г.П. Хомченко, И.К. Цитович – М.: Высш. шк., 1987. – 464 с.

### List of references

1. 1. Aleksandrov B.L. Temperatura veshhestva / B.L. Aleksandrov, A.B. Aleksandrov, M.B. Rodchenko // Sb. nauch. tr. KGAU. – Krasnodar, 2000. Vyp. 381(409) – S. 206-216.

2. 2. Aleksandrov B.L. Obosnovanie mehanizma vozdejstvija vneshnih jelektromagnitnyh polej na processy stimulirovaniya zhiznedejatel'nosti biologicheskikh sistem / B.L. Aleksandrov, A.B. Aleksandrov, N.N. Kurzin // Trudy KGAU. – Krasnodar, 2007. – Vyp. № 5(9) – S. 197-201.

3. 3. Barns F.S. Vlijanie jelektromagnitnyh polej na skorost' himicheskoj reakcii / F.S. Barns // Biofizika. – T.41., vyp. 4. – 1996. S. 790-797.

4. 4. Baryshev M.G. Vozdejstvie jelektromagnitnyh polej na biohimicheskie processy v semenah rastenij / M.G. Baryshev, G.I. Kas'janov // Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija. – № 1. – 2002. – S. 21-23.

5. 5. Belanovskij A.S. Osnovy biofiziki v veterinarii: uchebnoe posobie / A.S. Belanovskij – М.: VO Agropromizdat, 1989. – 271 s.

6. 6. Gerasimov Ja.I. Kurs fizicheskoj himii / Ja.I. Gerasimov, V.P. Dreving, E.N. Eremin i dr. – Т.1. М.: Himija, 1970. – 592 s.

7. 7. Glinka N.L. Obshhaja himija. Uchebnoe posobie dlja vuzov / N.L. Glinka – L.: Himija, 1983 – 704 s.

8. Zhuravlev S.G. Primenenie jelektromagnitnyh polej v sel'skom hozjajstve / S.G. Zhuravlev, Ju.R. Bojko, M.U. Hajdarov // Dostizh. nauki i tehn. APK. – № 1. – 1991. – S. 33-34.
9. Zaginajlov V.I. Parametry kontrolja i upravlenija bioob#ektami / V.I. Zaginajlov // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – № 1. – 2005. – S 20-21.
10. Karapet'janc M.H. Himicheskaja termodinamika / M.H. Karapet'janc – M.: Himija, 1975. – 583 s.
11. Kurzin N.N. Jelektromagnitnoe pole v zhivotnovodstve. / N.N. Kurzin // Povysenie jeffektivnosti jelektrifikacii sel'skohozjajstvennogo proizvodstva / Trudy KGAU. – Vyp. 360 (388) – Krasnodar, 1997.– S 138-145.
12. Kurzin N.N. Jelektrofizicheskie metody povysenija produktivnosti zhivotnyh / N.N. Kurzin, N.I. Bogatyrev, N.A. Dem'janhenko, M.A. Vol'nova – V kn.: Materialy mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma. – Kishinev, 1998.
13. Kurzin N.N. Primenenie jelektromagnitnogo polja v zhivotnovodstve / N.N. Kurzin // Nauka Kubani. – № 5. – 1999. – S. 9-13.
14. Kurzin N.N. Obosnovanie ustrojstva dlja stimuljacii razvitija jembrionov ptic jelektromagnitnym polem / N.N. Kurzin, V.V. Pushkarskij, M.A. Vol'nova // Primenenie jelektrotehnicheskikh ustrojstv v APK / Trudy KGAU. – Vyp. 381 (409) – Krasnodar, 2000. – S. 83-96.
15. Kurzin N.N. Optimizacija rezhimov jelektromagnitnogo apparata dlja vozdeystvija na biologicheskie ob#ekty / N.N. Kurzin, N.V. Siljaeva // Primenenie jelektrotehnicheskikh ustrojstv v APK / Trudy KGAU. – Krasnodar, 2000. – Vyp. 381 (409) – S. 102-114.
16. Kurzin N.N. Jelektrofizicheskoe vozdeystvie na biologicheskie ob#ekty / N.N. Kurzin, N.V. Kogdenko – V kn.: Materialy ezhegodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii «Jenergosberegajushhie tehnologii i processy v APK». – Krasnodar, 2000. – S. 19-20.
17. Kurzin N.N. Perspektivy primeneniya apparatov jelektrofizioterapii / N.N. Kurzin, N.A. Dem'janhenko // Fiziko-tehnicheskie problemy sozdaniya novyh tehnologij v APK / Sb. nauch. tr., SGSHA. – Stavropol', 2001. – T 2. – S. 260-262.
18. Kurzin N.N. Novye jelektromagnitnye ustrojstva dlja APK / N.N. Kurzin, // Fiziko-tehnicheskie problemy sozdaniya novyh tehnologij v agropromyshlennom komplekse / Sb. nauch. tr., SGSHA. – Stavropol', 2003. – T. 1. – S. 57-62.
19. Kurzin N.N. Novye jelektromagnitnye ustrojstva sel'skohozjajstvennogo naznachenija / N.N. Kurzin // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – № 6. – 2004. – S 20-22.
20. Kurzin N.N. Vlijanie jelektromagnitnyh polej na biologicheskie sistemy rastitel'nogo i zhivotnogo proishozhdenija / N.N. Kurzin, // Jenergosberegajushhie tehnologii, oborudovanie i istochniki jelektropitanija dlja APK / Trudy KGAU. – Krasnodar, 2005. – Vyp. 420 (150) – S 297-300.
21. Kurzin N.N. Ocenka vozdeystvija vneshnih jelektromagnitnyh polej na processy stimulirovaniya biologicheskikh ob#ektov / N.N. Kurzin, // Jenergosberegajushhie tehnologii, oborudovanie i istochniki jelektropitanija dlja APK / Trudy KGAU. – Krasnodar, 2006. – Vyp. 421 (151) – S 180-184.
22. Kurzin N.N. Instrumental'naja ocenka vozdeystvija jelektromagnitnyh polej na bioob#ekty / N.N. Kurzin // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – № 11. – 2006. – S 11-12.
23. Kurzin N.N. Vlijanie jelektromagnitnyh polej na biologicheskie ob#ekty v zhivotnovodstve / N.N. Kurzin // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – № 1. – 2008. – S 55.

24. Kurzin N.N. Primenenie cifrovych processorov dlja instrumental'noj ocenki vozdeystvija jelektromagnitnyh polej na ob#ekty rastitel'nogo i zhivotnogo proishozhdenija / N.N. Kurzin // Trudy KGAU. – Krasnodar, 2008. – Vyp. № 1 – S 215-220.

25. Kurzin N.N. Jelektrotehnologicheskie metody i sredstva povyshenija jeffektivnosti iskusstvennogo osemnenija korov i vosstanovlenija ih molochnoj produktivnosti / N.N. Kurzin // Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehniceskikh nauk. – Krasnodar, 2009. – 266 s.

26. Magerovskij V.V. O vlijanii jelektromagnitnyh polej na vshozhest' semjan sel'skohozjajstvennyh kul'tur / V.V. Magerovskij, M.G. Baryshev, G.P. Il'chenko i dr. // Povysenie jeffektivnosti jelektrifikacii sel'skohozjajstvennogo proizvodstva / Trudy KGAU. – Vyp. 360 (388) – Krasnodar, 1997. – S 65-71.

27. Nikitenko G.V. Povysenie magnitnogo kojefficienta poleznogo deystvija apparatov obrabotki vody / G.V. Nikitenko, D.E. Kofanov // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – № 3. – 2008. – S 34-35.

28. Nikol'skij B.P. Fizicheskaja himija. Teoreticheskoe i prakticheskoe rukovodstvo / B.P. Nikol'skij, N.A. Smirnova, M.Ju. Panov i dr. – L.: Himija, Leningradskoe otdelenie, 1987. – 880 s.

29. Patent 2128965 Rossijskaja Federacija, MPK S1 A 61 D 19/02, 19/00 Ustrojstvo dlja obrabotki spermy zhivotnyh / N.I. Bogatyrev, N.N. Kurzin, V.I. Komlackij, E.A. Zajcev, V.N. Temnikov; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 97119562/13 zajavl. 26.11.1997; opubl. 20.04.1999. Bjul. № 11. – 8 s.

30. Patent 2136605 Rossijskaja Federacija, MPK S1 S 02 F 1/48 Ustrojstvo dlja magnitnoj obrabotki zhidkosti / N.I. Bogatyrev, N.N. Kurzin, O.V. Vronskij, V.N. Temnikov, M.A. Vol'nova, A.B. Aleksandrov; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 98103200/25 zajavl. 10.02.1998; opubl. 10.09.1999. Bjul. № 25. – 8 s.

31. Patent 2136606 Rossijskaja Federacija, MPK S1 S 02 F 1/48 Jelektromagnitnoe ustrojstvo dlja obrabotki zhidkosti / N.I. Bogatyrev, N.N. Kurzin, I.V. Zhrakov, V.N. Temnikov, V.F. Kremjanskij, G.K. Gorjachkin; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 98103207/25 zajavl. 10.02.1998; opubl. 10.09.1999. Bjul. № 25. – 6 s.

32. Patent 2137333 Rossijskaja Federacija, MPK S1 A 01 S 1/00 Ustanovka dlja predposevnoj obrabotki semjan / N.N. Kurzin, I.A. Potapenko, N.I. Bogatyrev, V.K. Andrejchuk, V.F. Kremjanskij.; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 98102421/13 zajavl. 10.02.1998; opubl. 20.09.1999. Bjul. № 26. – 4 s.

33. Patent 2137334 Rossijskaja Federacija, MPK S1 A 01 S 1/00 Ustrojstvo dlja predposevnoj obrabotki semjan / N.I. Bogatyrev, N.N. Kurzin, I.A. Potapenko, V.N. Temnikov, V.F. Kremjanskij, M.A. Vol'nova; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 98103201/13 zajavl. 10.02.1998; opubl. 20.09.1999. Bjul. № 26. – 6 s.

34. Patent 2140147 Rossijskaja Federacija, MPK S1 A 01 K 41/00, A 61 N 2/04 Ustrojstvo dlja vozdeystvija na jembriony ptic pul'sirujushhim jelektromagnitnym polem / N.I. Bogatyrev, M.A. Vol'nova, N.N. Kurzin, V.F. Kremjanskij, V.V. Pushkarskij, V.I. Shherbatov; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 98116031/13 zajavl. 11.08.1998; opubl. 27.10.1999. Bjul. № 30. – 6 s.

35. Patent 2155558 Rossijskaja Federacija, MPK S2 A 61 D 19/02 Ustrojstvo dlja jelektromagnitnogo vozdeystvija na spermu zhivotnyh / N.I. Bogatyrev, M.A. Vol'nova, N.A. Gus'kov, N.A. Dem'janchenko, N.N. Kurzin, I.S. Ivashhenko; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 98121964/13 zajavl. 01.12.1998; opubl. 10.09.2000. Bjul. № 25. – 10 s.

36. Patent 2190324 Rossijskaja Federacija, MPK S2 A 01 J 7/00 Sposob stimuljacii molochnoj zhelezy pervotelok pri mashinnom doenii i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija / N.I. Bogatyrev, M.V. Nazarov, L.A. Dajbova, A.L. Kulakova, N.V.

Kogdenko, N.N. Kurzin; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 2000110973/13 zajavl. 28.04.2000; opubl. 10.10.2002. Bjul. № 28. – 12 s.

37. 37. Patent 2210768 Rossijskaja Federacija, MPK S2 G 01 N 33/48, A 01 J 5/14 Sposob diagnostiki mastita u korov i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija / N.I. Bogatyrev, L.A. Dajbova, N.N. Kurzin, N.A. Dem'janchenko, N.V. Kogdenko, A.L. Kulakova; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 2000118494/13 zajavl. 11.07.2000; opubl. 20.08.2003. Bjul. № 23. – 6 s.

38. 38. Patent 2255467 Rossijskaja Federacija, MPK S1 A 01 J 7/00 Ustrojstvo dlja massazha wymeni zhivotnyh / N.N. Kurzin, I.A. Potapenko, D.N. Kurzin, M.V. Lepetuhin, A.L. Kulakova; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 2004100498/12 zajavl. 05.01.2004; opubl. 10.07.2005. Bjul. № 19. – 4 s.

39. 39. Patent 2263446 Rossijskaja Federacija, MPK S1 A 01 J 7/00, J 7/04 Ustrojstvo dlja massazha wymeni zhivotnyh / N.N. Kurzin, I.A. Potapenko, M.V. Lepetuhin, D.N. Kurzin, A.S. Chesovskoj, D.V. Voencov; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 2004117306/12 zajavl. 07.06.2004; opubl. 10.11.2005. Bjul. № 31. – 4 s.

40. 40. Patent 2267895 Rossijskaja Federacija, MPK S2 A 01 S 3/00 (2006.01) Ustrojstvo dlja obrabotki navoznyh stokov / N.N. Kurzin, I.A. Potapenko, D.N. Kurzin, M.V. Lepetuhin, A.L. Kulakova; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 2004103021/12 zajavl. 02.02.2004; opubl. 20.01.2006. Bjul. № 02. – 4 s.

41. 41. Patent 2271645 Rossijskaja Federacija, MPK S1 A 01 S 1/00 (2006.01) Ustrojstvo dlja predposevnoj obrabotki semjan / N.N. Kurzin, I.A. Potapenko, O.V. Grigorash, V.K. A.S. Chesovskoj, M.V. Lepetuhin, D.N. Kurzin, D.A. Irha; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 2004119669/13 zajavl. 28.06.2004; opubl. 20.03.2006. Bjul. № 8. – 4 s.

42. 42. Patent 2278491 Rossijskaja Federacija, MPK S2 A 01 S 1/00 (2006.01) Ustanovka dlja predposevnoj obrabotki semjan / N.N. Kurzin, O.V. Grigorash, B.L. Aleksandrov, I. A. Potapenko, A.B. Aleksandrov, A.S. Chesovskoj, D.N. Kurzin, D.V. Voencov; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 2004128767/12 zajavl. 28.06.2004; opubl. 27.06.2006. Bjul. № 18. – 3 s.

43. 43. Patent 2299559 Rossijskaja Federacija, MPK S2 A 01 J 7/00 (2006.01) A 01 J 7/04 (2006.01) Ustrojstvo dlja massazha wymeni zhivotnyh / N.N. Kurzin, I.A. Potapenko, A.L. Kulakova, N.N. Gugushvili, M.V. Nazarov, A.S. Chesovskoj, D.N. Kurzin, zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 2004134316/12 zajavl. 24.11.2004; opubl. 27.05.2007. Bjul. № 15. – 4 s.

44. 44. Patent 2151971 Rossijskaja Federacija, MPK S1 7 F 25 B 11/00 Gazoturbogenerator / N.I. Bogatyrev, O.V. Vronskij, E.A. Zajcev, N.N. Kurzin, V.N. Temnikov; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 97118075/06 zajavl. 30.10.1997; opubl. 27.06.2000. Bjul. № 18. – 6 s.

45. 45. Patent 2145763 Rossijskaja Federacija, MPK S1 7 H 02 K 19/36 Generator peremennogo toka s kombinirovannym vozbuzhdeniem / N.I. Bogatyrev, O.V. Vronskij, E.A. Zajcev, N.N. Kurzin, S.L. Sanin, V.N. Temnikov; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 98113046/09 zajavl. 02.07.1998; opubl. 20.02.2000. Bjul. № 5. – 10 s.

46. 46. Patent 2216097 Rossijskaja Federacija, MPK S2 7 H 02 P 9/46, H 02 J 3/16 Ustrojstvo dlja stabilizacii chastoty i naprjazhenija avtonomnogo asinhronnogo generatora / N.I. Bogatyrev, O.V. Grigorash, N.N. Kurzin, S.L. Sanin, V.N. Pavlov, Ju.M. Strelkov, A.S. Krejmer; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 2001123027/09 zajavl. 15.08.2001; opubl. 10.11.2003. Bjul. № 31. – 12 s.

47. 47. Patent 2249291 Rossijskaja Federacija, MPK S1 H 02 K 17/14, 3/28 Statornaja mnogofunkcional'naja obmotka asinhronnogo generatora / N.I. Bogatyrev, V.N. Vanurin,

O.V. Vronskij, N.N. Kurzin, V.N. Temnikov, A.V. Sinicyn; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2003126835/11 заявл. 01.09.2003; опubl. 27.03.2005. Бюл. № 9. – 4 с.

48. 48. Potapenko I.A. Ustanovka dlja kompleksnoj predposevnoj obrabotki semjan sel'hozkul'tur / I.A. Potapenko, V.K. Andrejchuk, V.F. Kremjanskij // Povyshenie jeffektivnosti jelektrifikacii sel'skohozjajstvennogo proizvodstva / Trudy KGAU. – Vyp. 360 (388) – Krasnodar, 1997. – S 71-75.

49. 49. Rubin A.B. Biofizika. Kniga 1. Teoreticheskaja biofizika / A.B. Rubin – M.: Vyssh. shk. – 1987. – 319 s.

50. 50. Rubin A.B. Biofizika. Kniga 2. Biofizika kletochnyh processov / A.B. Rubin – M.: Vyssh. shk. – 1987. – 303 s.

51. 51. Hmel'nickij R.A. Fizicheskaja i kolloidnaja himija / R.A. Hmel'nickij – M.: Vyssh. shk. – 1988. – 400 s.

52. 52. Homchenko G.P. Neorganicheskaja himija. Uchebnik dlja sel'skohozjajstvennyh vuzov / G.P. Homchenko, I.K. Citovich – M.: Vyssh. shk., 1987. – 464 s.