

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ СРЕДНЕЙ ПО СТАДУ ЖИВОЙ МАССЫ ЖИВОТНОГО ИЛИ ПТИЦЫ ПРИ СЛУЧАЙНОМ ВЫБОРОЧНОМ ВЗВЕШИВАНИИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ОСОБИ

***А.В. Дубровин, доктор технических наук
Всероссийский научно-исследовательский институт
электрификации сельского хозяйства, г. Москва
В.А. Гусев, кандидат сельскохозяйственных наук
Всероссийский научно-исследовательский и технологический
институт птицеводства, г. Сергиев Посад***

Рассмотрены вопросы информатизации и автоматизации технологий в птицеводстве, где производство осуществляется в автоматизированном режиме по технико-экономическому критерию.

Информационные технологии при автоматизации технологических процессов, эффективность производства, технико-экономический параметр.

Для экономически наилучшего управления производством необходима автоматизированная оценка средней по стаду живой массы животного или птицы с заданной достоверностью и с заданной точностью при случайном выборочном взвешивании произвольной особи стада. Это важно для последующего точного управления технологиями и технологическими процессами животноводства и птицеводства.

Цель исследований – создание новых научно-технических решений для оценки средней живой массы бройлеров по стаду.

Материалы и методика исследований. В результате использования предлагаемых научно-технических решений устанавливается с заданной достоверностью значение сигнала оценки средней живой массы животного или птицы по всему стаду поголовья в производственном помещении или в пространстве его обитания. Сущность предлагаемой статистической обработки сигналов выборочного взвешивания особей стада поголовья поясняется следующим. С уменьшением предельной ошибки выборки Δ существенно увеличивается требуемый объем выборки n , который пропорционален дисперсии σ^2 и квадрату критерия Стьюдента t [2, 3 и др.]. Если задано значение доверительной вероятности, то сразу же по этому значению функции Лапласа становится известным значение заданного аргумента функции Лапласа. Задание значения допустимой выборочной погрешности сразу же даёт заданное значение *предельной ошибки* (абсолютной, т.е. в единицах измерения случайной величины, в данном случае в кг). Значение среднего квадратического отклонения случайной величины определяется

размерностью в кг. Поэтому определить требуемый объем выборки n можно лишь после определения среднего квадратического отклонения σ . Используя величину оценки коэффициента вариации V^* , равного отношению оценки среднего квадратического отклонения σ^* к оценке m_{cp}^* математического ожидания M_x , получаем окончательную формулу определения оценки требуемого объема выборки:

$$n^* = (\sigma^{*2} t^2) / (\Delta_{\%}^{*2} m_{cp}^{*2}) = (V^{*2} t^2) / \Delta_{\%}^{*2}, \quad (1)$$

Из выражения для предельной ошибки $\Delta_{ке}$ (абсолютной, т.е. в единицах измерения случайной величины, в данном случае в кг) оценка требуемого объема выборки:

$$n^* = (\sigma^{*2} t^2) / (\Delta_{ке}^{*2}), \quad (2)$$

где $\Delta_{\%}^*$ – оценка относительной погрешности измерения средней живой массы особи по стаду, %; σ^* – оценка среднего квадратического отклонения живой массы особи по стаду от оценки математического ожидания живой массы особи по стаду m_{cp}^* , кг; n – количество взвешиваний произвольной особи поголовья животных или птицы, отн. ед.; V^* – оценка коэффициента вариации, %.

Зависимость (1) используется при преобразовании соответствующих сигналов в предлагаемом способе и устройстве для получения достоверного сигнала оценки погрешности измерения средней живой массы особи по стаду. Технолог животноводства или птицеводства задаёт уровень достоверности и допустимую относительную или абсолютную погрешность измерения средней живой массы особи по стаду поголовья данного вида и возраста. Другими словами, задаётся требуемая точность определения этой величины, от значения которой прямо зависит точность управления технологией выращивания и сопровождающими эту технологию многочисленными технологическими процессами [1 и др.].

Этой погрешности соответствует требуемый объем выборки, то есть наименьшее допустимое количество взвешиваний особей для получения результатов с заданной достоверностью. Как только количество случайных по времени взвешиваний случайных единичных особей станет равным и превысит вычисленное значение требуемого объёма выборки, появляется достоверная информация о средней живой массе особи по стаду животных или птицы. Поэтому только непрерывная в ходе технологии выращивания стада животных или птицы высокоточная автоматизированная оценка средней по стаду живой массы животного или птицы при дискретном во времени случайном выборочном взвешивании единичных особей стада позволяет при управлении выращиванием поголовья найти выгодные компромиссы между затратами корма и приростом живой массы поголовья. А также между затратами энергии на обогрев, на другие технологические процессы и расчетными потерями результирующей продуктивностью поголовья в их ценовом выражении.

При этом *необходима статистическая обработка измеряемых и вычисляемых сигналов о живой массе особи стада.*

Результаты исследований. Особь стада поголовья в ходе нормально протекающих технологических процессов технологии выращивания заходит на грузоприёмную платформу электронных весов. Формируется сигнал живой массы случайной особи. По этому сигналу в целом уже можно, но с весьма большим приближением (с большой ошибкой), судить о средней живой массе особи по всему стаду поголовья: для точной оценки надо взвесить всех особей стада. Однако, это технологически невозможно из-за чрезмерных потерь поголовья в результате стрессовых ситуаций, связанных с вмешательством персонала, или специального дополнительного оборудования, в среду обитания животных или птицы. Также велики эксплуатационные (труд, энергия, отчисления на капитальные вложения и т.п.) и капитальные затраты.

Поэтому измеряемые, формируемые, сравниваемые и другие сигналы (материальные объекты информационных характеристик процессов) в ходе материальных действий по предлагаемому способу подвергаются математической статистической обработке другими соответствующими сформированными сигналами. Производят дискретное во времени, в момент захода на весоизмерительную платформу весов, случайное выборочное взвешивание произвольной особи стада в ходе технологии выращивания стада животных или птицы, задают сигнал технологически минимального количества обязательных взвешиваний. По нормативным документам бройлерного птицеводства количество взвешиваемых птиц в выборке из всего многотысячного поголовья птицеводческого помещения равно ста бройлерам. Задают сигнал наибольшей допустимой погрешности измерения средней живой массы особи по стаду животных или птицы, задают сигнал доверительной вероятности попадания сигнала оценки средней по стаду живой массы животного или птицы в доверительный интервал сигналов случайного выборочного взвешивания произвольной особи стада. Формируют сигнал аргумента функции Лапласа. Определяют сигнал факта события размещения особи на грузоприёмной платформе весов и формируют сигнал события взвешивания, измеряют количество событий взвешиваний единичных особей стада и формируют сигнал количества взвешиваний произвольных особей стада. Измеряют живую массу произвольной особи стада, формируют сигнал измеренной живой массы произвольной особи стада и запоминают полученные сигналы измеренной живой массы произвольных особей стада. Формируют сигнал оценки математического ожидания живой массы особи. Формируют сигнал оценки среднего квадратического отклонения живой массы особи по стаду. Сравнивают сформированный сигнал оценки требуемого объёма выборки со сформированным сигналом количества взвешиваний произвольных особей стада. В зависимости от результата сравнения либо продолжают статистическую обработку сигналов процесса взвешивания произвольных особей при превышении значения первого указанного сигнала значения второго указанного сигнала

ла. Либо прекращают статистическую обработку сигналов процесса взвешивания произвольных особей при равенстве значений этих указанных сигналов и при превышении значения второго указанного сигнала значения первого указанного сигнала и при дополнительном условии равенства и превышения значения сигнала количества случайных взвешиваний значения заданного сигнала технологически минимального количества обязательных взвешиваний.

Последнее действие производят при дополнительном условии равенства и превышения значения сигнала количества случайных взвешиваний значения заданного сигнала технологически минимального количества обязательных взвешиваний. Используют полученные сигналы оценки средней живой массы особи по стаду животных или птицы, оценки среднего квадратического отклонения живой массы особи по стаду, оценки коэффициента вариации живой массы особей по стаду, заданный сигнал оценки погрешности измерения средней живой массы особи по стаду для достоверного информирования персонала сельскохозяйственного помещения, цеха или предприятия. Это необходимо при осуществлении управленческих операторских действий с техническими средствами обеспечения технологии выращивания поголовья, а также для подачи этих сигналов на соответствующие измерительные, управляющие и задающие входы автоматизированного технологического оборудования управления технологией выращивания поголовья.

Дополнительное условие достижения или превышения заданного по технологии минимального количества взвешиваний имеет простое объяснение. Пусть первые два случайных взвешивания дали одинаковый результат. Это означает, что по всего-навсего только двум опытам сразу получена оценка математического ожидания средней живой массы особи по стаду поголовья. При этом и дисперсия (мощность) отклонения оценки случайной величины живой массы от оценки её среднего значения оценки (от оценки математического ожидания), и собственно среднее квадратическое отклонение оценки случайной величины живой массы от оценки её среднего значения оценки (от оценки математического ожидания) равны нулю. Тогда равен нулю и коэффициент вариации, и зависящая от этого коэффициента вариации величина сигнала требуемого объёма выборки. Полученное значение величины сигнала требуемого объёма выборки формально равно нулю. Тогда можно, казалось бы, сразу останавливать процесс выборочного взвешивания, даже не приступая к нему. Однако этот вывод в корне неверен. Продолжение взвешиваний и последующие их результаты покажут, что достоверный сигнал оценки требуемого объёма выборки связан и с величиной сигнала оценки среднего квадратического отклонения, и с величиной сигнала оценки погрешности выборочного взвешивания. Поэтому задание по технологии *минимального количества обязательных взвешиваний* имеет глубокий и теоретический, и практический смысл.

Первое устройство работает следующим образом (рис. 1). Весы с грузоприёмной платформой и электронным выходом (электронные весы) 1

выдают устойчивый сигнал живой массы взвешиваемой произвольно зашедшей на грузоприёмную платформу случайной особи стада животных или птицы. С выхода третьего формирователя сигнала количества взвешиваний произвольной особи стада (могут быть: генератор пилообразного напряжения, фантастрон, линейка триггеров, счетчик импульсов и т.п.) 7 в устройство поступает сигнал количества взвешиваний произвольной особи стада. Первый задатчик технологически минимального количества обязательных взвешиваний 2, второй задатчик сигнала допустимой выборочной погрешности измерения средней живой массы особи по стаду 3, третий задатчик сигнала доверительной вероятности попадания сигнала оценки средней по стаду живой массы животного или птицы в доверительный интервал сигналов случайного выборочного взвешивания произвольной особи стада 4 и первый формирователь сигнала аргумента функции Лапласа 5 формируют соответствующие сигналы.

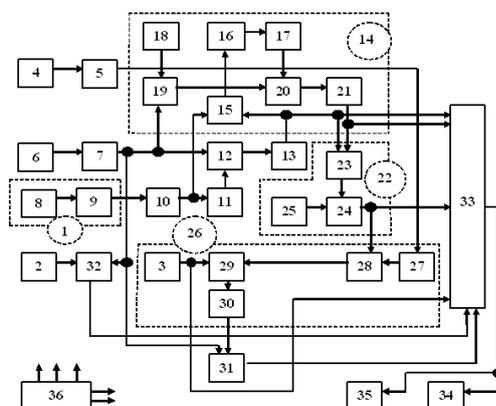


Рис. 1. Функциональная схема устройства оценки средней по стаду живой массы животного или птицы при случайном выборочном взвешивании произвольной особи стада по требуемому объёму выборки:

1 – весы с грузоприёмной платформой и электронным выходом (электронные весы); 2 – первый задатчик технологически минимального количества обязательных взвешиваний; 3 – второй задатчик сигнала наибольшей допустимой погрешности измерения средней живой массы особи по стаду животных или птицы; 4 – третий задатчик сигнала доверительной вероятности попадания сигнала оценки средней по стаду живой массы животного или птицы в доверительный интервал сигналов случайного выборочного взвешивания произвольной особи произвольной особи стада; 5 – первый формирователь сигнала аргумента функции Лапласа; 6 – второй формирователь сигнала события взвешивания; 7 – третий формирователь сигнала количества взвешиваний произвольной особи стада; 8 – измеритель сигнала живой массы единичных особей стада, 9 – четвёртый формирователь сигнала измеренной живой массы произвольной особи стада; 10 – первый блок памяти полученных сигналов измеренной живой массы произвольной особи стада; 11 – сумматор сигналов измерений живой массы произвольной особи стада; 12 – делитель полученного суммарного сигнала на сигнал количества взвешиваний произвольной особи стада; 13 – пятый формирователь сигнала оценки средней

живой массы особи по стаду животных или птицы (или формирователь сигнала оценки математического ожидания живой массы особи по стаду животных или птицы); 14 – шестой формирователь сигнала оценки среднего квадратического отклонения живой массы особи по стаду; 15 – второй блок вычисления и формирования сигналов разностей запомненных сигналов измеренной живой массы произвольных особей стада и сигнала оценки математического ожидания живой массы особи по стаду животных или птицы и запоминания вычисленных и сформированных сигналов; 16 – третий блок возведения в квадратную (вторую) степень и запоминания полученных сигналов квадратов разностей сигналов; 17 – четвёртый блок суммирования полученных сигналов квадратов разностей сигналов; 18 – четвёртый задатчик сигнала соответствия единице количества взвешиваний; 19 – пятый блок разности сигнала количества взвешиваний произвольных особей стада и сигнала единицы количества взвешиваний произвольной особи стада; 20 – первый делитель суммы полученных сигналов квадратов разностей сигналов на сигнал разности сигнала количества взвешиваний произвольных особей стада и сигнала единицы количества взвешиваний произвольной особи стада; 21 – шестой блок извлечения квадратного корня; 22 – седьмой формирователь сигнала оценки коэффициента вариации живой массы особей по стаду; 23 – второй делитель сигнала оценки среднего квадратического отклонения живой массы особи по стаду на сигнал оценки математического ожидания живой массы особи по стаду; 24 – первый элемент умножения сигнала результата деления на значение в сто процентов; 25 – пятый задатчик сигнала значения в сто процентов; 26 – восьмой формирователь сигнала оценки погрешности измерения средней живой массы особи по стаду; 27 – шестой задатчик сигнала аргумента функции Лапласа; 28 – второй элемент умножения сигнала оценки коэффициента вариации живой массы особей по стаду на сигнал аргумента функции Лапласа; 29 – третий делитель; 30 – элемент возведения в квадратную (вторую) степень; 31 – первая схема сравнения сформированного сигнала оценки требуемого объёма выборки с сформированным сигналом количества взвешиваний произвольных особей стада, элемент извлечения квадратного корня из сигнала количества взвешиваний произвольных особей стада; 32 – вторая схема сравнения сигнала количества случайных взвешиваний с заданным сигналом технологически минимального количества обязательных взвешиваний; 33 – управляемый ключ для разрешения дальнейшего прохождения в устройстве сигналов достоверных оценок; 34 – блок индикации; 35 – измерительные, управляющие и задающие входы автоматизированного технологического оборудования управления технологией выращивания поголовья и соответствующими ей технологическими процессами; 36 – блок управления работой устройства

Блоки, названные как шестой формирователь 14, седьмой формирователь 22 и восьмой формирователь 26, формируют соответствующие сигналы по известным из математической статистики количественным соотношениям. При сравнении соответствующих сигналов в первой схеме сравнения 31 и во второй схеме сравнения 32 на их выходах в какие-то моменты времени появляются и затем действуют сигналы, управляющие моментом начала и затем временем достоверного информирования персонала о параметрах взвешиваемого поголовья.

Эти два сигнала поступают на управляющие входы управляемого ключа 33. Схема совпадения предусмотрена в двухвходной входной цепи ключа 33, и в целях экономии места в описании на рис. 2 не показана. На блок индикации 34 и на измерительные, управляющие и задающие входы автоматизированного технологического оборудования 35 посредством блока управления работой устройства 36 подаётся высокоточная информация о параметрах процесса выборочного взвешивания особей.

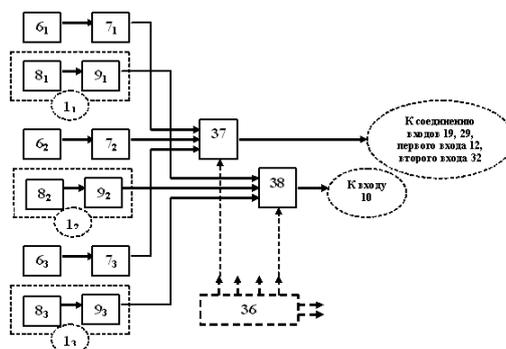


Рис. 2. Дополнения к функциональной схеме (см. рис. 1) устройства при нескольких электронных весах, установленных в производственном помещении или в зоне обитания поголовья (показаны элементы трёх электронных весов 1₁, 1₂, 1₃ и элементы трёх вторых формирователей 6₁, 6₂, 6₃ и третьих формирователей 7₁, 7₂, 7₃):

8₁, 8₂, 8₃ – измерители сигнала живой массы единичных особей стада; 9₁, 9₂, 9₃ – четвёртые формирователи сигналов измеренной живой массы произвольных особей стада в различных локальных зонах обитания поголовья в производственном помещении; 36 – блок управления работой устройства, обеспечивающий суммирование сигналов количеств случайных взвешиваний произвольных особей поголовья в разных зонах, накопление, запоминание и суммирование случайных сигналов взвешенной живой массы произвольных особей стада по всем контролируемым электронными весами локальным зонам обитания, исключающий наложение друг на друга одновременно пришедших в устройство сигналов количеств взвешиваний и сигналов живой массы, производящий их соответствующее разделение по времени и соответствующие их временные задержки; 37 – блок формирования суммарного сигнала количества взвешиваний произвольных особей стада на нескольких электронных весах в различных локальных зонах обитания поголовья в производственном помещении; 38 – блок формирования суммарного сигнала измеренной живой массы произвольных особей стада на нескольких электронных весах в различных локальных зонах обитания поголовья в производственном помещении

Второе устройство работает следующим образом (рис. 2). Весы с грузоприёмной платформой и электронным выходом (электронные весы) 1 дают устойчивый сигнал живой массы взвешиваемой произвольно зашедшей на грузоприёмную платформу случайной особи стада животных или птицы. С выхода третьего формирователя 7 в устройство поступает сигнал количества взвешиваний произвольной особи стада. Первый

здатчик 2, второй датчик 3, третий датчик 4 и первый формирователь 5 формируют соответствующие сигналы. Увеличение количества весов имеет своей целью не только увеличение количества взвешиваний. Весы в количестве более одной штуки можно так разместить в производственном помещении или на территории обитания взвешиваемого поголовья, что будет дополнительно учтена и неоднородность живой массы особей стада: ведь в разных зонах среды обитания выращиваемого поголовья условия могут различаться достаточно сильно. Это и наличие сквозняков, и локальных (местных) тепловых и других излучений от размещённого оборудования, различное расстояние линии кормораздачи от её начала до места кормления особей стада и т.п. Наличие нескольких правильно выбранных технологом мест, оборудованных весами, существенно повышает достоверность оценки живой массы особи по всему стаду. Более полной становится и оценка однородности стада поголовья по величине коэффициента вариации. Блок 36 также исключает наложение друг на друга одновременно пришедших от различных весов в устройство сигналов количества взвешиваний и сигналов живой массы, производит их соответствующее разделение по времени и соответствующие их временные задержки.

Электронные весы установлены на бетонном или другом полу животноводческого или птицеводческого помещения, например птичника 39, и возвышается над древесно-стружечной подстилкой или другой подстилкой 40, вблизи от ниппельной поилки в производственном помещении для выращивания животных или птицы, например бройлеров (рис. 3). Рядом размещённые другие соседние поилки, с целью дополнительного привлечения поголовья к электронным весам, на время проведения процесса выборочных взвешиваний отключены от подачи в них жидкости для питья поголовья. Дополнительные наклонные поверхности между полом или подстилкой и весоизмерительной поверхностью грузоприёмной платформы электронных весов предназначены для облегчения захода на нее тяжелых особей, например бройлеров в конечной стадии их выращивания.

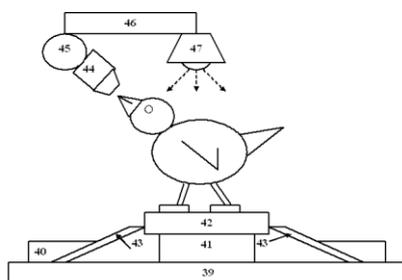


Рис. 3. Общая схема конструкции весов с грузоприёмной платформой и электронным выходом (сокращённо: электронных весов) вблизи от ниппельной поилки в производственном помещении для выращивания бройлеров с установленным элементом дополнительного светового привлечения особей поголовья птицы:

39 – бетонный пол птичника; 40 – древесно-стружечная подстилка; 41 – опорная часть конструкции весов; 42 – грузоприёмная платформа весов; 43 – наклонные поверхности между полом или подстилкой и весоизмерительной поверхностью грузоприёмной платформы электронных весов в виде боковой поверхности усечённого конуса при круговой форме горизонтальной грузоприёмной платформы весов, либо в виде боковых поверхностей усечённой пирамиды при соответствующей многоугольной форме горизонтальной грузоприёмной платформы весов; 44 – nipple-поилка; 45 – участок установленного в птичнике водопровода для поения бройлеров; 46 – элемент крепления к водопроводной трубе светозащитной арматуры; 47 – световой прибор для дополнительного привлечения особей поголовья на грузоприёмную платформу электронных весов

Эти наклонные поверхности могут иметь вид боковой поверхности усечённого конуса при круговой форме горизонтальной грузоприёмной платформы весов, либо вид боковых поверхностей усечённой многоугольной пирамиды при соответствующей многоугольной форме горизонтальной грузоприёмной платформы весов. Установленный вблизи электронных весов световой прибор предназначен для дополнительного привлечения особей поголовья на грузоприёмную платформу весов 47 за счёт мигающего света от источника освещения для возбуждения дополнительного интереса у особи приблизиться к нему и при этом взойти на весоизмерительную грузоприёмную платформу. Таким образом, дополнительно увеличивается количество взвешиваний особей для ускорения процесса измерения живой массы и повышается точность измерений выборочной оценки средней живой массы особи по стаду поголовья. Рядом с весами имеется поилка, соседние поилки на время проведения взвешиваний отключены от воды, просто дополнительно светит или мигает своим светом дополнительно установленный осветительный прибор. Подход к грузоприёмной площадке облегчён дополнительными наклонными поверхностями. Это чрезвычайно важно, например, для бройлеров тяжёлых кроссов в конечной стадии выращивания. Тяжёлая птица весьма неохотно взбирается на обычную весоизмерительную платформу, которая возвышается над уровнем древесно-стружечной подстилки.

Выводы

Технология выборочного взвешивания идет по пути возможно более полного снижения методической погрешности измерения живой массы особи по всему стаду поголовья животных или птицы. При этом обеспечивается с заданной точностью статистическая оценка численных показателей процесса автоматизированного выборочного взвешивания животных и птицы.

Список литературы

1. Дубровин А.В. Основы автоматизированного управления технологическими процессами в птицеводстве по экономическому критерию / А.В. Дубровин. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2013. – 292 с.

2. Романенко А.Ф. Вопросы прикладного анализа случайных процессов / А.Ф. Романенко, Г.А. Сергеев. – М.: Советское радио, 1968. – 256 с.

3. .Сайт: advlab.ru/articles/article72.htm.

Розглянуто питання інформатизації та автоматизації технологій в птахівництві, де виробництво здійснюється в автоматизованому режимі за техніко-економічним критерієм.

Інформаційні технології при автоматизації технологічних процесів, ефективність виробництва, техніко-економічний параметр.

The problems of information and automation technologies in poultry, where production is carried out automatically by the technical and economic criteria.

Information technologies by automation of technological processes, efficacy of production, technical and economic parameter.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИЕМНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАНАРНОГО ТИПА В СОСТАВЕ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ С ПАРАБОЛОЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ КОНЦЕНТРАТОРАМИ

***В.А. Майоров, В.Н. Трушевский, кандидаты технических наук
Л.Н. Лукашик, кандидат химических наук
Московский государственный университет дизайна и
технологии, г. Москва***

Рассмотрены новые фотоэлектрические модули, включающие фотоприемники и концентраторы, обеспечивающие эффективное преобразование солнечной энергии в тепловую и электрическую. Проведено математическое моделирование для создания алгоритма расчёта конструкции теплофотоэлектрического модуля с заданными энергетическими параметрами.

Солнечный модуль, коллектор, солнечная энергия, тепло-фотоэлектрический модуль.

Роль солнечной энергии в энергетике будущего определяется возможностями промышленного использования новых физических принципов, технологий, материалов и конструкций солнечных элементов, модулей и электростанций, разработанных в России.

Использование концентраторов в составе солнечных энергетических установок или солнечных фотоэлектрических электростанций