

УДК 631:636

ОБГРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТВАРИННИЦЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

В. С. Хмельовський, В. І. Ребенко

Кореспонденція авторів: hmelvas@ukr.net.

Історія статті: отримано – вересень 2018, акцептовано – листопад 2018.

Бібл. 5, рис. 2, табл. 0.

Анотація. В роботі обгрунтовано структуру та елементи біотехнічної системи «людина-машина-тварина-середовище» при виробництві тваринницької продукції, а також наведено перелік вимог та умов для забезпечення ефективного виробництва.

Ключові слова: біоніка, система, елемент.

Постановка проблеми

Концепцією державної цільової економічної програми розвитку тваринництва декларуються такі завдання: щорічне збільшення поголів'я тварин; забезпечення валового виробництва продукції тваринного походження на рівні показників продовольчої безпеки; збільшення обсягу експорту продукції тваринного походження; зменшення енергоємності виробництва продукції тваринного походження; удосконалення системи управління плеємною справою в тваринництві; забезпечення продовольчої безпеки держави; безпечності та якості продукції тваринного походження і беззбитковості її виробництва; підвищення рівня зайнятості сільського населення та доходів вітчизняних виробників продукції тваринного походження. Вирішення таких завдань є складною науково-технічною проблемою.

Враховуючи існуючу низьку ефективність та конкурентоспроможність аграрного виробництва доцільним є перехід тваринництва на інтенсивну основу за рахунок комплексної реконструкції тваринницьких ферм та механізації малих ферм з впровадженням новітніх технологій утримання тварин, прогресивних комплексів машин, засобів автоматизації і роботизації та нових форм господарювання.

Успішне вирішення таких задач залежить від формування і розвитку складних інтегрованих систем, що включають машину, тварину і людину. Техніка є важливим елементом середовища, в якому живе тварина. По мірі ускладнення машинних технологій та конструкцій машин відбувається взаємозв'язане ускладнення та видозміна функцій біотехнічної системи «людина-машина-тварина-середовище». Системні дослідження процесів виробництва продукції тваринництва дозволять розробити нові технології та технічні засоби, які підвищують використання потенційних можливостей тварин, зменшують затрати та покращують умови праці.

Аналіз останніх досліджень

Вирішенню проблем обгрунтування та моделювання біотехнічних систем у тваринництві присвячені наукові праці Мельникова С. В., Карташова Л. П., Погорілого Л. В., Луценко М. М., Шацького В. В. та інших.

На сьогоднішній день процеси і технології, що використовуються у тваринництві, вимагають теоретичного і практичного удосконалення, пошуку нових підходів до вирішення складних виробничих питань інтенсифікації виробництва. Напрацювання науковців Фененка А. І., Ревенка І. І., Шацького В. В., Брагінця М. В., Чміля А. І. тощо розкривають процес інтенсифікації в тваринництві як інноваційний шлях розвитку.

Мета досліджень

Мета досліджень – обгрунтувати структуру та елементи біотехнічної системи «людина-машина-тварина-середовище» для виробництва тваринницької продукції.

Результати досліджень

У розвиненому промисловому виробництві функції людини усе більше зводяться до керування механізованими засобами праці й контролю якості вироблених виробів або виконуваної роботи.

Тваринництво по своїй організаційно-економічній структурі близько підходить до промислового виробництва: цілорічний виробничий процес, строга ритмічність у роботі, визначений розпорядок дня на фермі, постійний штат обслуговуючого персоналу, стаціонарне обладнання, встановлене на фундаментах усередині будівель, електрика як основний вид енергії. Усе це свідчить про великі потенційні можливості росту продуктивності праці у тваринництві, успішно реалізованих у міру переведення його на промислову основу. Однак, незважаючи на ряд загальних рис промислового підприємства й великого тваринницького комплексу промислового типу, між ними є істотні відмінності.



Рис. 1. Структурно-технологічна схема процесу виробництва продуктів тваринництва.

Якщо промислове підприємство являє собою замкнену, динамічну інженерно-технічну систему людей – машина з детермінованим зворотним зв'язком, то тваринницький комплекс (ферма) є біотехнічною системою людина – машина – тварина з незалежною активно діючою біологічною ланкою. Така система значно ускладнена тим, що містить у собі «живі фабрики», які в процесі продукування підпорядковані своїм внутрішнім фізіологічним і біохімічним законам. Цими законами люди ще не навчилися керувати так повно й оперативно, як того вимагають умови промислового виробництва, побудованого на основі законів фізики, механіки й математики.

Людина-Оператор – провідна ланка в системі людина-машина-тварина. Алгоритми керування в такій системі, як правило, носять імовірнісний характер. Ефективність роботи системи в цілому залежить насамперед від того, наскільки оптимальні зв'язки й взаємодії між її ланками.

На рисунку 1 представлена структурно-технологічна схема процесу виробництва продуктів тваринництва. Предмет праці (корми, вода й деякі інші матеріали) переробляється тваринами в готові продукти (вироби).

У фабрично-заводському виробництві людина (робоча сила) у процесі праці через засоби праці (техніку, будівлі, споруди) впливає безпосередньо на предмет праці (сировину, матеріали). У тваринництві він може впливати на кормову сировину тільки лише через тварину, яка в даному виробництві виконує одночасно дві функції, будучи одночасно предметом праці (вищівування, відгодівля) і засобом праці (продукування молока, живої маси, м'яса). Ця

відмінність має принципове значення й дає підставу умовно розділити технологію виробництва продуктів тваринництва на дві частини – зооінженерну (біологічну) і інженерно-технічну (машинну).

Зооінженерна технологія вивчає спосіб одержання продуктів при мінімальних витратах сировини (корму), праці й матеріальних коштів, у тому числі й амортизації приміщень і обладнання. Вона обґрунтовує вибір системи утримання, способів годівлі й догляду за тваринами, розробляє питання відтворення череди й санітарно-ветеринарного обслуговування. Із цього випливає, що зоотехнія, зоогігієна й ветеринарія становлять основу всієї технології виробництва продуктів тваринництва. Інженерно-технічна технологія вивчає процес серійного, тобто потокового, виробництва будь-якого продукту по заздалегідь розробленому способу. Вона являє собою комплекс організаційно-технічних заходів, які перетворюють розрізнені в часі операції виробничої експлуатації (обслуговування) тварин у стрункий процес, що піддається комплексній механізації й автоматизації. Мета інженерно-технічної технології робіт – систематичне зниження витрат праці на одиницю одержуваної продукції. Таким чином, зооінженерна й інженерно-технічна технології являють собою складові частини технології виробництва продуктів тваринництва, що розглядає не тільки спосіб виробництва, але і його організацію.

Провідна роль у широкій програмі розвитку сільськогосподарського виробництва належить інтенсифікації, що передбачає найбільш повне використання всіх факторів, які впливають на ріст продуктивності тваринництва й кормовиробництва,

включаючи організаційні, економічні, технологічні, інженерно-технічні, соціальні й ін.

У сучасній науці про керування виробництвом такий комплексний підхід до розв'язку питань називається системним. Системний підхід знаходить застосування при вивченні всіх питань, пов'язаних з розвитком комплексної механізації й автоматизації тваринництва. Такий підхід особливо ефективний при оптимізації робочих процесів машин і поточкових ліній, тобто при відшукуванні оптимальних умов використання технічних засобів і тварин.

Сутність системного методу зводиться до того, що будь-який досліджуваний об'єкт розглядається із точки зору його цілісності. Розробка організаційних, технологічних, санітарно-ветеринарних, техніко-економічних і інших заходів, спрямованих на підвищення ефективності використання техніки у тваринництві, виявляється найбільш успішною, якщо відповідні розв'язки приймати з урахуванням системного підходу. При цьому кожний елемент досліджуваного об'єкта повинен розглядатися як частина системи, тобто з урахуванням його ролі й місця в цій системі.

Тваринницький комплекс у цілому або будь-який окремий технологічний процес можуть розглядатися як багаторівневі системи. При цьому більш складна система визначається не стільки числом входних у неї елементів, скільки складністю їх властивостей і зв'язків, реалізованих між собою на різних щаблях (рівнях) ієрархічної структури.

Розглянемо процес виробництва продуктів тваринництва з позицій системного аналізу. Тоді виробничий процес як складна система містить у собі ряд підсистем, розташованих на різних рівнях. Прийmemo наступні позначення: О – оператор, М – машина, Т – тварина, С – середовище, Мт – Матеріал.

Підсистеми першого рівня – біотехнічна (О-М-Т)/С і дві технічні (О-М-Мт)/С, (О-М-Мт)/[С] – являють собою сукупності технологічних процесів, що відрізняються між собою силою зв'язків із зовнішнім середовищем і наявністю або відсутністю у своєму складі біологічної ланки – тварини.

По силі впливу на продуктивність тварин (птиці) машини й обладнання, застосовувані на фермах, ділять на дві основні групи: перша – машини, безпосередньо пов'язані з обслуговуванням тварин (доїльні установки, кормороздавачі, стригальні агрегати й ін.), і друга – машини, безпосередньо не пов'язані з обслуговуванням тварин (кормозаготівельні й кормоприготувальні машини, обладнання для первинної обробки молока й ін.).

У техніці, використовуваній на тваринницьких фермах і комплексах, машини й обладнання першої групи становлять більш 60%.

Виробнича експлуатація машин і обладнання в процесах біотехнічної підсистеми організовується з урахуванням вимог, обумовлених біологічною природою тварини.

У всіх групах процесів присутня і друга біологічна ланка – людина – оператор, самий активний елемент як продуктивна сила, тобто виробник продукту.

Поряд з біологічними всі підсистеми мають і технічні (детерміновані) ланки: машину як засіб праці й матеріали як предмет праці. Як уже було зазначено, тварини в системі виробництва виконують двояку роль, будучи одночасно й засобом, і предметом праці.

Перша підсистема О-М-Т/С першого рівня – біотехнічна – сильно пов'язана із зовнішнім середовищем. Вона містить у собі такі технологічні процеси, як доїння корів, стрижка овець, напування, роздача кормів, прибирання гною, створення мікроклімату, санітарно-гігієнічне обслуговування й ін.

Технологічні процеси, на протікання яких сильний вплив створює взаємодія із середовищем, виділені в другу підсистему О-М-Мт/С. При експлуатації обладнання потрібно строго враховувати як шкідливий вплив зовнішнього середовища на техніку, так і негативний вплив деяких технологічних процесів на навколишнє середовище.

На обладнання технологічних процесів третьої підсистеми О-М-Мт/[С] зовнішнє середовище створює незначний вплив, і його експлуатують за загальними правилами використання машинної техніки.

Підсистеми другого рівня відображають структуру й зв'язок усередині окремих технологічних процесів, а також склад і характер робочих операцій (основних, допоміжних, технологічних, контролю й керування, транспортних, підготовчо-заклучних, безперервних, періодичних, циклічних, ручних, машинно-ручних, машинних механізованих, автоматизованих, автоматичних), аналіз яких дає підставу для розробки операційних карт, питань наукової організації праці й автоматизації виробництва.

Підсистеми третього рівня відображають структурні зв'язки системи із зовнішнім середовищем і між елементами цієї системи – біологічними й технічними ланками. По характеру дії розрізняють прямі й зворотні, позитивні, негативні й нейтральні зв'язки; по міцності – сильні й слабкі зв'язки. По методах дослідження й оцінці впливу взаємодіючих факторів зв'язки можуть бути імовірнісними (кореляційними, регресійними) і детермінованими (функціональними). Якщо система має дві біологічні ланки, її структуру в цілому слід вважати імовірнісною.

Підсистеми четвертого рівня відображають субелементні зв'язки, що показують внутрішню структуру розглянутих елементів (властивості вихідних матеріалів і кінцевих продуктів, методи оцінки їх якості, режими роботи обладнання, надійність технічних і біотехнічних систем).

Системний метод дозволяє розчленувати виробничий процес як складну кібернетичну систему на ряд відносно самостійних множин, усередині яких є стійкі зв'язки. Послідовне вивчення природи й сили цих зв'язків дозволяє розробляти й приймати найбільш раціональні рішення з метою підвищення ефективності використання техніки.

Ціль розглянутої вище класифікації полягає в тому, щоб, згрупувавши подібні по визначальних ознаках системи, відшукати загальні методи їх

досліджень. Для багатьох описових наук класифікація – основний метод їх вивчення, тому що вона створює наочність і дозволяє бачити перспективу розвитку розглянутої системи.

Опис нової системи звичайно ведуть із трьох точок зору: морфологічної, функціональної й інформаційної.

Система, що функціонує в умовах виробництва продуктів тваринництва й позначується для стислості оператор – машина – тварина (О-М-Т), являє собою найбільш складну біотехнічну систему, і ця складність обумовлена неоднаковою природою зв'язків, що виникають між біологічними й технічними ланками. Перші управляються законами біології, фізіології, біохімії й інших наук зооінженерного напрямку, другі – детермінованими законами фізики, механіки, математики й інших наук інженерно-технічного напрямку.

Вивчення біотехнічної системи почнемо з морфологічного опису, який повинен дати уяву про її внутрішню будову (структуру), тобто виявити властивості, що відрізняють дану систему від інших, їй подібних. Важлива ознака морфології – призначення елементів або їх властивості, а також характеристика природи, сили й стійкості зв'язків, які можуть бути речовинними, енергетичними або інформаційними (кібернетичними).

ГОСТ 21033-75 дає конкретне визначення системи людина-машина, під якою розуміється система, що полягає з людини-оператора (групи операторів) і машини, за допомогою якої він (вони) здійснює трудову діяльність. На систему впливають дві групи факторів – енергетичні, пов'язані з машиною, і соціальні, що відносяться до оператора.

Порівнюючи систему людина-машина із цікавою для нас системою О-М-Т, неважко помітити, що друга значна складніше, і факторів, що впливають на її функціонування, більше; при цьому особливе значення мають фактори біологічної природи.

У якості першого наближення розглянемо схему, що зображує систему О-М-Т, вимоги до неї й умови, у яких вона функціонує (рис. 2).

Схема включає всі основні елементи системи О-М-Т, зв'язані із середовищем С. Взаємодії елементів у

процесі виробництва відзначені стрілками. Так, оператор безпосередньо або через органи керування впливає на машину й інші засоби виробництва (споруди, будівлі), використовуючи знання з області енергетики й кібернетики. Машина безпосередньо впливає на оброблюваний матеріал (корм, воду й ін.) і через нього – на тварину, що виробляє кінцевий продукт (молоко, м'ясо й ін.).

Поряд із цим машина може впливати на тварину й безпосередньо як на предмет праці (годівля, доїння, стрижка вовни й ін.); при цьому оператор використовує закони механіки, технології й інших наук. Оператор, виконуючи ряд ручних операцій по догляду, також може безпосередньо впливати на тварину (чищення, масаж вим'я, прив'язування й ін.), керуючись знаннями з області етології, наукової організації праці, фізіології праці й зооінженерних наук.

Зміст зовнішніх зв'язків усіх елементів системи О-М-Т із середовищем С може бути всебічно розкрито на основі законів інженерно-технічних наук, а також санітарії, гігієни й екології тварин.

Екологія – це наука, що вивчає взаємовідносини тварини з навколишнім середовищем. Елементи середовища, що впливають на тваринний організм, називаються факторами середовища (мікроклімат, вода, рельєф, живлення та ін.). Фактори, які необхідні для існування даного виду тварин (температура середовища, світло, наявність їжі, води й т.п.), визначають умови існування. У виробничих умовах слід урахувати, що на організм впливає не окремий фактор середовища, а їх сукупність.

Навколишнє середовище у виробничих умовах виступає як активний фактор (агресивне середовище, мікроклімат), що впливає на надійність роботи технологічного встаткування (безвідмовність, довговічність) і збережуваність тварин (нешкідливість, електробезпечність і ін.). Поряд із цим виробнича діяльність людини впливає на навколишнє середовище, змінюючи її властивості, – забруднення повітряного простору, водойм, ґрунту й ін. У цей час вплив виробничої діяльності людини на навколишнє середовище стало порівняним із глобальними масштабами ряду природних процесів.

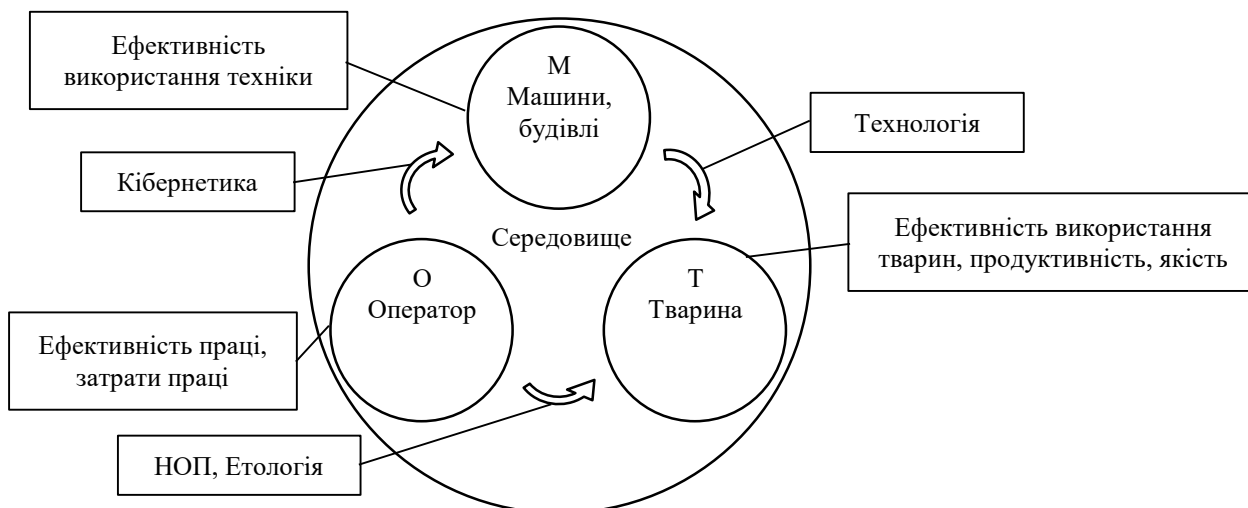


Рис. 2. Структурна схема системи О-М-Т/С.

Оцінка досконалості функціонуючої системи виражається через показники ефективності, методи визначення яких розробляє, головним чином, економіка.

Ефективність функціонування – головна вимога, яка ставиться до системи. Ефективність використання техніки (надійність, працездатність, завантаження обладнання); ефективність праці операторів (продуктивність, питомі витрати праці, поголів'я, що обслуговується одним оператором); ефективність використання тварин (продуктивність, генетичний потенціал тварин, якість продуктів) – це основні критерії, за допомогою яких можна оцінити досконалість експлуатації технологічного обладнання у тваринництві.

Найбільш узагальнюючі показники – це економічні (питомі, прямі й наведені витрати, рівень рентабельності, строк окупності капітальних вкладень) і комплексні оцінки, що враховують якість одержуваної продукції.

Якість являє собою сукупність властивостей системи, що відображують його здатність задовольняти певні запити споживача.

Показники надійності становлять одну із груп у загальній системі показників якості. Тому найбільш повна оцінка ефективності виробничого процесу може бути отримана за допомогою комплексного критерію, що враховує економіку і якість продукції. За допомогою комплексних оцінок здійснюється системний підхід до проблеми якості.

Виробничий процес як система імовірного характеру при своєму функціонуванні може відхилятися в ту або іншу сторону.

Тому завжди потрібно вживати відповідних заходів, щоб такі відхилення системи не вийшли за припустимі межі.

Із цією метою на систему накладають обмеження, установлювані нормативно-технічної, технологічної або правовою документацією: нормативами по праці, нормами технологічного проектування, інструкціями з охорони праці, зоотехнічними вимогами, правилами проведення технічного обслуговування машин, законами про охорону навколишнього середовища й інші.

Якщо в процесі функціонування системи виникають відхилення, що виходять за допуски нормативно-технічної документації, то вони повинні розглядатися як порушення, які можуть привести систему до відмови або пошкодження її елементів.

ДСТУ 2860-94 визначає *відмову* як подію, що полягає в порушенні працездатності системи. *Пошкодженням* називається подія, що полягає в порушенні справності системи або її складових частин. Пошкодження вважається істотним, якщо воно послужило причиною порушення працездатності системи, тобто привело її до відмови. У цей час питання надійності досить повно розроблені тільки стосовно до технічних систем, і існуюча нормативно-технічна документація не поширюється на біологічні ланки системи. Тим часом у зв'язку з переходом тваринництва на промислову основу відчувається

гостра потреба в розробці питань надійності біотехнічних систем.

Розробляючи технологічні, зооінженерні, технічні, організаційні, економічні й інші заходи, спрямовані на підвищення ефективності засобів і методів експлуатації техніки у тваринництві, необхідно в першу чергу враховувати створення найбільш сприятливих умов для функціонування біологічних ланок і особливо тварин.

Велике значення мають оптимізація режимів роботи обладнання й правильний вибір режимів утримання тварин. Розпорядок дня на фермі й погоджений з ним добовий графік роботи обладнання, організація праці операторів і обслуговуючого персоналу, санітарно-ветеринарне обслуговування тварин і створення для них комфортних умов проживання повинні бути побудовані так, щоб з найбільшою повнотою використовувати генетичний потенціал тварин. У зв'язку із цим поряд з поліпшенням якості породи тварин шляхом проведення селекційної роботи вчені все більшу увагу приділяють вивченню можливості використання в практичних цілях основних положень нової науки – етології. Етологія – це наука по поведінку тварин, тобто про реакції окремих особин і цілих груп тварин на дії подразників зовнішнього середовища. Учені встановили, що, використовуючи етологічні знання, можна від деяких тварин одержувати до 20% додаткової продукції (приросту ваги) без яких-небудь інших витрат.

При експлуатації машинної техніки необхідно уникати виникнення у тварин (птиці) стресових ситуацій. Негативний вплив технічних засобів на тварин повинний бути мінімальним, тому що будь-який стрес в остаточному підсумку приводить до зниження їх продуктивності. Найбільш сильна негативна дія стресів проявляється при порушенні технології машинного доїння корів, стрижки овець, обслуговуванні птиці в клітках і ін.

Таким чином, загальна ефективність виробництва залежить не тільки від правильної експлуатації машин, але й від раціонального використання тварин, як головних елементів системи О-М-Т.

Список літератури

1. *Фененко А. И.* Биотехническая система производства молока. Теория и практика. Под ред. В. В. Адамчука. Нежин. Издатель ЧП Лысенко Н.М., 2014. 192с.
2. *Шацкий В. В.* Моделирование биотехнических систем. Запорожье. Интер-М, 2017. 300 с.
3. *Ревенко І. І., Ревенко Ю. І.* Перспективи і проблеми переробки кормів молотковими подрібнювачами. Ніжин. Видавець ПП Лисенко Н.М., 2017. 316 с.
4. *Чміль А. І.* Енергетична ефективність і екологічна безпека замкнених еколого-біотехнічних систем в тваринництві: монографія. Київ. Компрінт, 2015. 163 с.

5. *Погорель Л. В., Луценко М. М.* Биотехнический системы в животноводстве. Киев. Урожай, 1992. 344 с.

References

1. *Fenenko, A. I.* (2014). Biotechnical system of milk production. Theory and practice. Ed V. V. Adamchuk. Nizhyn. Publisher PE Lysenko. 192.
2. *Shatsky, V. V.* (2017). Modeling of biotechnical systems. Zaporizhia. Inter-M, 300.
3. *Revenko, I. I., Revenko, Yu. I.* (2017). Prospects and problems of processing of feed molotovie shredders. Nizhyn. Publisher PE Lysenko. 316.
4. *Chmil, A. I.* (2015). Energy efficiency and ecological safety of closed ecological and biotechnical systems in animal husbandry. Kiev. Komprint, 163.
5. *Pogorely, L. V., Lutsenko, M. M.* (1992). Biotechnical systems in animal husbandry. Kiev. Vintage, 344.

ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

В. С. Хмелевский, В. И. Ребенко

Аннотация. В работе обосновано структуру и элементы биотехнической системы «человек-машина-животное-среда» при производстве животноводческой продукции, а также приведено перечень требований и условий для обеспечения эффективного производства.

Ключові слова: біоніка, система, елемент.

SUBMISSION OF ELEMENTS OF BIOTECHNICAL SYSTEM IN ANIMAL PRODUCTION

Khmelevsky V. S., Rebenko V. I.

Abstract. In the work, the structure and elements of the bio-engineering system "man-machine-animal-environment" are substantiated in the production of livestock products, as well as a list of requirements and conditions for ensuring efficient production.

Key words: bionics, system, element.