



**Некоммерческое  
акционерное  
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ  
ИМЕНИ ГУМАРБЕКА  
ДАУКЕЕВА**

Кафедра электроснабжения и  
возобновляемых источников  
энергии

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Методические указания и задания к курсовой работе  
по образовательной программе  
"6В08501 - Энергообеспечение сельского хозяйства"

Алматы 2021

СОСТАВИТЕЛИ: О.Н. Ефимова, О.П. Живаева, Проектирование систем энергообеспечения объектов сельского хозяйства. Методические указания и задания по выполнению курсовой работы по базовой программе "6В08701 - Энергообеспечение сельского хозяйства". – Алматы: АУЭС, 2021. – 68 с.

Данные методические указания включают в себя задания к курсовой работе, указания по его выполнению и перечень рекомендуемой литературы.  
Ил. 3, библиогр. - 17 назв.

Рецензент: К.т.н., доцент кафедры ЭВИЭ И.В. Казанина

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева» на 2020 год.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева», 2021 г.

## Содержание

	Введение .....	5
1	Состав и содержание .....	6
2	Основные положения, определения .....	7
2.1	Общие положения .....	7
2.2	Основные определения .....	10
3	Методические указания к выполнению курсовой работы .....	13
3.1	Задание .....	13
3.2	Расчет мощности и годового потребления энергии в технологических процессах и производственных помещениях ферм.....	16
3.3	Выбор системы отопления и вентиляции .....	27
3.4	Определение годового расхода теплоты на создание искусственного микроклимата .....	31
4	Разработкой энергосберегающих мероприятий .....	33
	Приложения .....	34
	Планы и разрезы объектов проектирования .....	43
	Список литературы .....	68

## Введение

Бесперебойная подача электроэнергии на предприятиях сельского хозяйства и агропромышленных комплексах, как и в любой другой сфере, имеет огромное значение для правильного функционирования и обеспечения нормальной жизнедеятельности. В сельских хозяйствах и агропромышленных комплексах эта задача имеет свои особенности.

Понятие энергопотребление предприятий АПК включает:

- электро- и теплоиспользующее оборудование технологических процессов в животноводстве, птицеводстве, в предприятиях защищенного грунта для создания микроклимата и перерабатывающих предприятиях (объектах);
- вентиляцию и кондиционирование воздуха;
- оборудование теплотребления жилых коммунальных и производственных помещений;
- сушку сельхозпродукции и хладоснабжение хранилищ;
- водо- и газоснабжения и средств их обеспечения.

Животноводство является одним из основных потребителей энергии в сельском хозяйстве. Удельный вес потребляемой животноводством энергии в различные периоды времени составлял 17,2-21,3 % от общего энергопотребления при производстве сельскохозяйственной продукции, а в энергообеспечении стационарных процессов его доля еще больше - 35-49 %. Анализ потребления энергоресурсов по отраслям животноводства показывает, что фермы для содержания крупного рогатого скота являются основными потребителями энергии в животноводстве (на их долю приходится 46-51,5 % от общего энергопотребления в отрасли).

Ограниченность запасов традиционных энергоносителей, огромные потери энергии при ее производстве, транспортировании и использовании, неэкономичность энергопотребления привели к идее энергосбережения и повышения эффективности использования этих ресурсов.

Перевод экономики на энергосберегающий путь развития связан с формированием и реализацией программ энергосбережения в сельском хозяйстве.

Выделяются два основных пути энергосбережения: использование первичных и вторичных энергоресурсов. Причем при использовании первичных источников энергии, главный упор необходимо сделать на использование альтернативных источников энергии. Использование вторичных источников энергии это применение энергосберегающих технологий, основными из которых являются: совершенствование конструктивных решений систем вентиляции, средств регулирования микроклимата, эксплуатации теплового оборудования; использование тепловых насосов; регенерация теплоты на животноводческих фермах; использование биогаза и т.д..

## 1 Состав и содержание

Цель работы: приобретение навыков расчета систем энергообеспечения животноводческих (птицеводческих) помещений с разработкой энергосберегающих мероприятий.

Содержание курсовой работы должно отражать вопросы:

- ведения теплоэнергетических расчетов и выбора оборудования по теплоснабжению, горячему водоснабжению, вентиляции и кондиционированию воздуха;
- внедрение энергосберегающих технологий с широким использованием вторичных энергоресурсов.

Исходные данные к выполнению курсовой работы принимают по приложениям А- Д в зависимости от последней и предпоследней цифр номера зачетной книжки.

Приведенные дальше рекомендации по порядку и методам решения поставленных вопросов, по справочной, специальной периодической литературе, расчетам и оформлению пояснительной записки помогут студенту сэкономить время при выполнении работы.

В основную часть расчетно-пояснительной записки рекомендуется включить:

- выбор типовых проектов сельхозобъектов без привязки к генплану;
- составление исходных данных;
- определение потребности в теплоте по процессам, а в целом по объекту (расчетные тепловые нагрузки и соответствующую им годовую потребность в теплоте);
- выбор систем отопления и вентиляции;
- выбор основного отопительного и тепловентиляционного оборудования;
- энергосберегающие мероприятия (рекомендуется пользоваться материалами ежегодных выставок по тепло, и электроэнергосберегающим технологиям и оборудованию).

Основными нормативными документами при выполнении работы являются:

- СНиП РК 3.02-11-2010 Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения;
- СП РК 2.04-01-2017 «СНиП РК 2.04-01.2010 Строительная климатология»;
- СП РК 4.02-101-2012 «СНиП РК 4.02-42-2006 Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- СП РК 2.04-107-2013 «СНиП РК 2.04-03-2002 Строительная теплотехника»;

-

## 2 Основные положения, определения

### 2.1 Общие положения

Структурная расчетно-пояснительная записка (РПЗ) курсовой работы состоит из следующих элементов (в порядке их расположения):

- обложка (титульный лист);
- задание на проектирование;
- аннотация;
- содержание работы;
- введение;
- основная текстовая часть;
- выводы по работе;
- литература.

После задания на проектирование размещают выданный руководителем лист с планом и разрезом объекта проектирования.

*Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки курсовой работы:*

- тщательно редактировать текст, четко излагать материал, следить за грамотностью формулировок текста;
- пояснить все буквенные обозначения, входящие в формулы, указать единицы их измерения;
- для всех цифровых показателей, кроме относительных величин, следует указать единицы измерения, в которых они берутся;
- все расчеты должны сопровождаться пояснениями;
- используемые литературные источники должны быть приведены в конце пояснительной записки с обязательным указанием фамилии, имени и отчества автора (авторов), названия книги (журнала, справочника), издательства, года издания;
- рисунки, таблицы необходимо пронумеровать, пояснить, увязать с текстом и располагать по тексту в соответствующих местах.

При проектировании животноводческих (птицеводческих) предприятий, а также отдельных зданий и сооружений, входящих в их состав, а также в состав крестьянских (фермерских), личных подсобных хозяйств, следует руководствоваться нормативными и методическими документами по проектированию и строительству:

- техническими регламентами;
- сводами правил, строительными нормами и правилами;
- государственными (национальными) и отраслевыми стандартами;
- нормами технологического проектирования, методическими рекомендациями по технологическому проектированию;
- санитарными правилами и нормами;
- нормативными документами противопожарной службы;
- ветеринарно-санитарными правилами;
- нормативными и нормативно-методическими документами других

министерств и федеральных агентств РК, утвержденными в установленном порядке.

Размеры и структуру предприятий, систему и способ содержания скота, номенклатуру и виды отдельных зданий и сооружений следует принимать в зависимости от направления и специализации хозяйств с учетом климатических условий районов строительства. А так же учитывая обеспечения наибольшей эффективности капитальных вложений, возможности дальнейшего развития производства при максимальном использовании действующих мощностей за счет их расширения и модернизации с учетом требований охраны окружающей среды.

Помещения ферм, в которых необходимо обеспечить требуемые параметры микроклимата, в соответствии с режимами теплопотребления делятся на три группы:

- помещения, в которых теплота расходуется только на подогрев приточного воздуха (помещения для содержания животных);
- помещения, в которых теплота расходуется на отопление и периодический подогрев приточного воздуха (молочные блоки, доильные и преддоильные площадки, кормоцеха и др.);
- помещения, в которых теплота используется только на отопление (подсобные, вспомогательные и административные).

Мощность системы электротеплоснабжения и годовая потребность в теплоте принимаются только после тщательного анализа суточного и годового регионов теплопотребления отдельных видов и групп потребителей теплота.

Птицефабрики, в силу специфики своей работы, отнесены к потребителям первой категории электроснабжения, где требуется максимально надёжные источники основного и резервного электричества.

Современные птицефабрики различаются по направлениям – яичное, мясное, племенное, выращивание и откорм молодняка.

Выбор систем обеспечения микроклимата животноводческих помещений с утилизацией теплоты выбросного воздуха следует проводить на основании вариантного проектирования, технико-экономического сопоставления и анализа удельных показателей конкурируемых систем.

Тепловая нагрузка объекта состоит из: теплоты расходуемого на отопление помещения, вентиляцию и кондиционирование, на горячее водоснабжение и технологические нужды, на пароснабжение технологических процессов.

*Последовательность расчета отопления и вентиляции животноводческих и птицеводческих помещений следующая:* сначала по известной методике рассчитывают воздухообмен в коровнике (птичнике), затем по принятым конструктивно-технологическим размерам и теплотехническим характеристикам материалов элементов помещения рассчитывают тепловые потери через ограждения, полы и потолки, рассчитывают теплоты расходуемых на нагрев приточного воздуха, на испарение влаги, на нагрев инфильтрующего воздуха и свободную теплоту

выделяемой животными (птицей) и по уравнению баланса определяют тепловую мощность отопления и вентиляции.

Система отопления в коровниках и птичниках может быть обычная водяная (паровая), или воздушная совмещенная с вентиляцией. При водяном отоплении, как правило, устраивают механическую вентиляцию.

Учитывая большие строительные объемы животноводческих и птицеводческих помещений и необходимости обеспечения равномерного микроклимата по всему объему (в особенности мест расположения животных или птиц) предпочтительным является воздушное отопление, совмещенное с кондиционированием воздуха.

В помещениях для телят и молодняка птиц кроме общего воздушного отопления предусматривают также дополнительное местное отопление.

После расчета тепловой мощности отопления рассчитывают и выбирают калориферы и вентиляторы.

*Расчет тепловой нагрузки сооружений защищенного грунта* отличается тем, что здесь нет источника дополнительного тепловыделения как в животноводческих и птицеводческих помещениях.

Выбор вида отопления (почвы, воздуха, или почвы и воздуха одновременно) зависит от назначения теплицы или парника. В парниках для выращивания рассады обычно обогревают почву, а в стеллажных теплицах – воздух. Весенние теплицы и парники имеют в основном воздушное отопление. В зимних теплицах и парниках для выращивания овощей обогревают почву и воздух.

Расчет тепловой мощности ведут для ночного режима эксплуатации, соответствующего наиболее тяжелым температурным условиям.

*Применение энергосбережения в сельском хозяйстве* должно решить вопросы не только снижения прямых и совокупных затрат энергии, причем средства сэкономленные благодаря рациональному использованию энергии необходимо направлять на дальнейшие энергосберегающие меры, но и увеличения производства продукции.

Одним из важных направлений экономии энергоресурсов в животноводстве являются энергосберегающие технологии – новый или усовершенствованный технологический процесс, характеризующийся более высоким коэффициентом полезного использования топливно-энергетических ресурсов.

Собственная генерация различных видов энергии может способствовать повышению энергоэффективности фермерского хозяйства. Это могут быть ветрогенераторы, солнечные батареи, системы солнечного отопления и горячего водоснабжения, производство биогаза и биотоплива.

Одно из перспективных направлений энергосбережения в системах поддержания микроклимата - ограничение количества и нагрев поступающего через открытые ворота наружного воздуха за счет воздушно-тепловых завес, применение которых сокращает расход тепловой энергии на поддержание оптимального микроклимата на 10-15 %.

В свиноводстве предлагается несколько путей для уменьшения затрат энергии на обеспечение микроклимата: сокращение расходов на отопление за счет отказа от централизованного отопления свиноводческих помещений, применение теплоутилизаторов и оборудования для локального обогрева молодняка животных, автоматизация контроля режимов работы оборудования, совершенствование объемно-планировочных решений. В комплексе с совершенствованием технологий содержания и кормления объем экономии топливно-энергетических ресурсов составит 0,94 млрд кВт ч электроэнергии и 0,82 млн т у.т.

Практика показала, что существующие в птицеводстве системы вентиляции неэффективны и энергоемки. Перспективными энергосберегающими системами создания микроклимата могут быть признаны те, которые обеспечивают оптимальный климатический режим в сочетании с рациональным расходом электрической и тепловой энергии.

## 2.2 Основные определения

*Теплоотдача* происходит с поверхности тела животного, а также через дыхание. Поэтому часть животного тепла используется непосредственно для нагревания воздуха помещения, другая же часть связана с водяными парами и для обогрева помещения непригодна. Для испарения 1 кг воды при обычной температуре воздуха помещения требуется 595 ккал тепла. Это скрытая теплота, которая высвобождается при конденсации. 100 ккал выделенного животными тепла соответствует 172 г влаговыделений.

*Влаговыделение* животных происходит в результате потоотделения и дыхания, на что используется большое количество энергии в виде теплоты. Влаговыделение зависит от температуры окружающего воздуха, которая положена в основу расчетов микроклимата и в значительной степени определяет минимальных воздухообмен.

*Вредные газы.* С точки зрения микроклимата к ним относятся главным образом углекислый газ ( $CO_2$ ), аммиак ( $NH_3$ ), сероводород ( $H_2S$ ), а также вещества с неприятным запахом – скатол, индол и меркаптаны.

*Теплопроводность.* Единицей измерения теплопроводности служит ккал/(ч·м·°С). Она показывает, какое количество тепла (ккал) проходит через 1 м<sup>2</sup> поверхности материала, толщиной 1 м в течение 1 часа при разнице температур в 1 градус между обеими поверхностями.

*Коэффициент теплоизоляции (R).* Чтобы определить теплоизоляцию строительного материала толщиной  $d$  (единица изменения  $m$ ), вычисляют частное  $d/\lambda$  и получают коэффициент теплоизоляции  $R$ .

Единица изменения ч·м<sup>2</sup>·°С/ккал.

*Термическое сопротивление  $R_{вн}$  и  $R_n$ .* Коэффициент теплоизоляции отдельных строительных материалов еще не отражает общих теплопотерь через ограждающие конструкции, если не учтены термическое сопротивление  $R_{вн}$  (от воздуха помещений к внутренней поверхности ограждающих

конструкций) и  $R_n$  (от наружной поверхности ограждающих конструкций к наружному воздуху).

$R_{вн}$  – от внутренних поверхностей окон, стен, дверей, а также от перекрытия (при направлении потока снизу вверх) равно 0,140 ( $ч·м^2·°C$ )/ккал.

$R_n$  – от наружной поверхности стен, окон, дверей и перекрытий равно 0,050 ( $ч·м^2·°C$ )/ккал, от наружной поверхности неутепленной кровли - 0,100 ( $ч·м^2·°C$ )/ккал.

Общее термическое сопротивление  $R_o$  – это сумма коэффициентов теплоизоляции  $R$  и термического сопротивления  $R_{вн}$  и  $R_n$ .

Теплопередача  $K$  (единица измерения 1 ккал/ $ч·м^2·°C$ ) является обратным показателем общего термического сопротивления  $R_o$ . Он показывает, какое количество тепла проходит через 1 м<sup>2</sup> ограждающей конструкции за 1 час при разности температур между обеими поверхностями 1 °С.

Тепловой баланс - это соотношение прихода (теплопродукции) и расхода (теплопотери) тепла в животноводческом помещении.

Теплопотери ограждающих конструкций  $Q_{о.зд.}$  показывает, сколько килокалорий проходит через 1 м<sup>2</sup> ограждающих конструкций при разнице температур между внутренней и наружной поверхностью ограждений в 1 °С.

Относительная влажность воздуха. При нагревании способность воздуха поглощать водяные пары повышается до его насыщения. Например, 1 м<sup>3</sup> воздуха при температуре +10°С может принять максимум 9,42 г водяных паров, а при +20°С - 17,3 г. Абсолютное содержание водяных паров в воздухе указано в г/м<sup>3</sup>. Для обозначения влажности воздуха при полном его насыщении введен термин «относительная влажность воздуха» ( $\varphi$ ). Полное насыщение воздуха влагой соответствует 100% относительной влажности.

Относительная влажность воздуха в животноводческих помещениях должна составлять 60—80%. В этом случае воздух всегда может поглотить еще определенное количество влаги, которое зависит от температуры воздуха помещения, а также от влагоотдачи животных и поверхностей ограждений помещения.

$$\varphi = \frac{\text{фактически содержащееся количество водяных паров (г/м}^3\text{)} \cdot 100}{\text{насыщение воздуха при данной температуре (г/м}^3\text{)}}.$$

С другой стороны, зная относительную влажность и температуру воздуха, можно определить абсолютное содержание водяных паров в нем.

Воздух. Воздух встречается в виде замкнутого тела как воздух пор строительных материалов и ограждений, а также как наружный воздух и является основным транспортным средством влаги, тепла, газов, запахов и дурно пахнущих веществ, пыли и микробов при вентиляции помещений. Плотность воздуха составляет 1,293 кг/м<sup>3</sup> при 0°С и нормальном атмосферном давлении. При нагревании воздух становится легче, так как при этом он расширяется, поэтому в 1 м<sup>3</sup> нагретого воздуха меньше, чем не нагретого.

Так как воздух имеет различный объем в зависимости от температуры и влажности, по вентиляционному оборудованию рассчитывают вначале массу

воздуха в килограммах и переводят ее в единицы объема.

Характеристика подачи вентиляторов указывается по объему воздуха ( $m^3$ ). Один кг воздуха равен  $0,77 m^3$ .

Сухой воздух состоит из 21% кислорода, 78,5% азота, 0,03% углекислого газа и незначительных следов инертных газов. Сухой воздух в обычных условиях не встречается. Он всегда насыщен влагой.

*Точка росы.* Когда воздух с определенным содержанием влаги охлаждается, то при известной температуре он достигает точки насыщения водяными парами. При дальнейшем охлаждении из воздуха выделяется влага, которая уже не может удерживаться в состоянии пара. Температура воздуха, снижение которой вызывает конденсацию водяных паров, является температурой точки росы. Это явление часто наблюдается зимой на холодных наружных ограждениях, например, на окнах, когда происходит конденсация (выделение воды) или сублимация (испарение влаги с поверхности льда без его таяния) содержащихся в воздухе помещения водяных паров. Это опасный источник переувлажнения ограждающих конструкций, так как заполнение водой воздушных пор снижает теплоизоляционную способность материалов.

*Вентиляция* - это воздухообмен помещения с помощью притока и вытяжки воздуха. Приточная вентиляция - это подача воздуха в помещение, вытяжная - удаление его из помещения. Эффективная приточная вентиляция помещения невозможна без соответствующей вытяжной вентиляции и наоборот.

*Кондиционирование воздуха* - автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения), необходимых для ведения технологического процесса.

*Ресурсосбережение* - деятельность, методы, процессы, комплекс организационно-технических мер и мероприятий, сопровождающих все стадии жизненного цикла объектов и направленных на рациональное использование и экономное расходование топливно-энергетических ресурсов.

*Показатель энергосбережения* - качественная и/или количественная характеристика проектируемых или реализуемых мер по энергосбережению.

*Энергосберегающая технология* - новый или усовершенствованный технологический процесс, характеризующийся более высоким коэффициентом полезного использования топливно-энергетических ресурсов.

*Энергетическая эффективность; энергоэффективность* - характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования топливно-энергетических ресурсов к затратам топливно-энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю.

### 3 Методические указания к выполнению курсовой работы

#### 3.1 Задание

Расчет системы микроклимата помещения для содержания крупного рогатого скота (КРС) складывается из следующих этапов:

- определение потребности в воздухообмене;
- расчет теплового баланса помещения;
- расчет системы кондиционирования;
- выбор схемы системы отопления, вентиляции и кондиционирования;
- подбор вентиляционного оборудования;
- подбор отопительного оборудования.

Перечень исходных параметров для проектирования приводится в таблицах 1- 5.

Расчетные параметры наружного воздуха приводят в таблице 1 для заданного местоположения объекта проектирования, т.е. согласно области и района республики выбранного студентом, согласно СП РК 2.04-01-2017 «СНиП РК 2.04-01.2010 Строительная климатология».

Таблица 1- Расчетные параметры наружного воздуха

Область РК	Температура наиболее холодных суток, °С	Холодный период (параметры Б)		Теплый период (параметры А)	
		$t_{н.о.},$ °С	$h,$ $\frac{кДж}{кг}$	$t, °С$	$h,$ $\frac{кДж}{кг}$

В холодный период года количество наружного приточного воздуха, подаваемого в помещения, следует принимать в соответствии с указанным расчетом, но не менее 15 м<sup>3</sup>/ч на 1 ц массы животных взрослого скота и молодняка и 18 м<sup>3</sup>/ч - для телят.

Для переходного периода принимают температуру воздуха 8 °С и энтальпию 22,5 кДж/кг.

Расчетные параметры внутреннего воздуха берутся из «Нормы технологического проектирования» [2-5] согласно выбранному варианту.

Принятые параметры внутреннего воздуха следует занести в таблицу 2, в которой указывают номер помещения (по плану объекта), его наименование, периоды года (холодный, переходный и теплый), параметры воздуха

(температуру, относительную влажность и предельно допустимые концентрации углекислого газа, аммиака и сероводорода).

Таблица 2 - Расчетные параметры внутреннего воздуха

Помещение	Период года	Параметры воздуха		ПДК $c_B$ , $л/м^3$
		$t_B$ , °C	$\varphi$ , %	
Помещение для	Холодный			
	Переходный			
	Теплый			

Примечание:  $t_B$  – расчетная температура внутреннего воздуха, °C;  $\varphi$  – относительная влажность, %;  $c_B$  – предельно-допустимая концентрация (ПДК) углекислого газа в зоне содержания животных,  $л/м^3$ .

Нормы выделений вредностей животными, установлены в НТП АПК [2-5], заносят в таблицу 3.

В помещениях для выращивания и откорма молодняка приводят данные о выделениях вредностей для младшей и старшей возрастных групп. В свинарниках-маточниках указывают выделения вредностей подсосными свиноматками и поросятами, принимая их живую массу от 7 до 10 кг.

Для птицы указывают и выход помета в сутки.

Влияние температуры внутреннего воздуха на выделения вредностей учитывают температурными коэффициентами.

Таблица 3 - Выделение теплоты, влаги и углекислого газа свиньями

Группа животных	Масса, кг	Тепловой поток тепловыделений, Вт		Влаговыведения, г/ч	Выделения $CO_2$ , л/ч
		Полных	Явных		

Относительную влажность воздуха в холодный период года принимают равной максимально допустимому значению, а для переходного и теплого периодов года записывают допустимый интервал ее значений.

Действительные значения относительной влажности будут определены при расчете воздухообмена в переходный и теплый периоды года.

Характеризуя микроклимат в помещениях, приводят также рекомендуемые пределы подвижности воздуха.

Скорость движения воздуха обеспечивает воздухообмен в помещениях,

усиливает охлажденную способность воздуха. Поэтому малая скорость движения воздуха приводит к ухудшению микроклимата, а высокая может вызвать простудные заболевания при пониженных температурах. Для молодняка она не должна превышать 0,1—0,2 м/сек. зимой и 0,3—0,5 м/сек. летом, для взрослых зимой 0,3—0,5 м/сек., летом — 0,8—1,0 м/сек.

Источниками загрязнения воздуха в животноводческих помещениях являются животные и птицы, а также смоченные и мокрые поверхности, с которых происходит испарение влаги.

Перечень исходных параметров для проектирования систем микроклимата приводят в таблице 4.

Таблица 4 - Исходные параметры для проектирования

Наименование	Показатель
Наименование производственного участка	
Атмосферное давление, мм.рт.ст.	
Расчетная летняя скорость ветра, м/сек	
Половозрастная группа животных	
Количество животных	
Площадь смоченных поверхностей, кв.м.	
Общая площадь пола, кв.м.	
Длина помещения, м	
Ширина помещения, м	
Высота стен, м	
Площадь остекления, м <sup>2</sup>	

Теплотехнические характеристики строительных материалов приведены в СП РК 2.04-106-2012 «Проектирование тепловой защиты зданий» и в таблице Б.1 в приложении Б. Их выписывают для материалов, указанных в задании на проектирование, при условиях эксплуатации (Приложение А). Данные о теплотехнических характеристиках оформляют в виде таблицы 5 аналогичного построения.

Таблица 5 - Теплотехнические характеристики строительных материалов и конструкций

Наименование материала	$\rho, \frac{кг}{м^3}$	Расчетные коэффициенты при условиях эксплуатации	
		Теплопроводности, $Вт/(м \cdot К)$ Б	Теплоусвоения, $Вт/(м^2 \cdot К)$ Б

Параметры теплоносителя включают в этот подраздел, если они не приведены в задании на проектирование. При необходимости дают краткое описание источника теплоснабжения.

### 3.2 Расчет мощности и годового потребления энергии в технологических процессах и производственных помещениях ферм

Расчет мощности и годового потребления энергии в тепловых процессах производства служит основой для выбора теплогенерирующего оборудования и последующего расчета схем теплоснабжения.

В этом разделе записки выполняют теплотехнический расчет ограждающих конструкций и расчет теплопотери через ограждающие конструкции.

Теплопотери определяют для каждого помещения отдельно. Допускается при расчете воздушного отопления объединить в одно несколько смежных помещений с одинаковыми параметрами микроклимата (с одинаковыми возрастными группами животных).

Расчет выполняют в следующей последовательности:

- определяют термические сопротивления теплопередачи для наружных и внутренних стен, покрытий и чердачных перекрытий, наружных дверей и ворот, отдельных зон пола;
- рассчитывают требуемые по санитарно-гигиеническим условиям термические сопротивления теплопередачи для наружных и внутренних стен, покрытий и чердачных перекрытий, наружных дверей и ворот;
- сравнивают действительные термические сопротивления с требуемыми;
- принимают термические сопротивления заполнений световых проемов и сравнивают с требуемыми;
- вычисляют показатель теплоусвоения поверхности пола и сравнивают с требуемым;
- делают вывод о соответствии (или несоответствии) ограждающих конструкций санитарно-гигиеническим требованиям и в случае несоответствия указывают меры по улучшению их теплозащитных свойств;
- производят разбивку пола на отдельные зоны и определяют площади

зон;

– записывают формулу для расчета теплопотери через ограждающие конструкции;

– результаты расчета теплопотери приводят в таблице рецензируемой формы (приложение В).

При нахождении требуемых термических сопротивлений теплопередачи определяют температуру точки росы в зависимости от температуры и относительной влажности внутреннего воздуха (приложение Г).

Тепловые потоки теплопотери округляют до 10 Вт, для каждого помещения суммируют тепловые потоки теплопотерь через ограждающие конструкции.

Теплопотери при инфильтрации наружного воздуха допускается определять введением доли добавочной теплопотери в размере 0,3 для наружных стен и заполнений световых проемов.

*Рекомендуемая методика расчета.*

Мощность системы обеспечения микроклимата определяется из уравнения тепловлажностного баланса [6]:

$$Q_g = Q_{ув} + Q_{огр} + Q_{исп} - Q_{ж}^{CB}, \quad (1)$$

где  $Q_{огр}$  - теплопотери через ограждения: пол, стены, покрытия, ворота, окна;

$Q_{исп}$  - теплота, теряемая на испарение влаги;

$Q_{ув}$  - теплота, необходимая на подогрев приточного воздуха от расчетной наружной до расчетной внутренней температуры;

$Q_{ж}^{CB}$  - тепловыделения от животных.

Тепловыделения от животных определяются из выражения:

$$Q_{ж}^{CB} = 1,163 \cdot 10^{-3} \cdot n \cdot q_{св} \cdot K_t, \quad (2)$$

где  $q_{св}$  - поток свободной теплоты от одного животного в соответствии с его возрастом и весом, ккал/ч [6];

$K_t$  - коэффициент изменения тепловыделений животными в зависимости от температуры внутреннего воздуха, принимаются в соответствии с возрастом и весом животных по нормам технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота [6]

$1,163 \cdot 10^{-3}$  - переводной коэффициент, ккал/ч в кВт;

$n$  – количество голов.

*Определение тепловых потерь через ограждения*

Теплопотери через ограждения определяются в кВт из выражения:

$$Q_{огр} = Q_{ст} + Q_n + Q_{пол} + Q_{он} + Q_{дв} = \quad (3)$$

$$= \left[ \frac{F_{ст}}{R_{ст}} + \frac{F_n}{R_n} + \sum_{i=1}^3 \frac{F_{зон}}{R_{зон}} + \frac{F_{ок}}{R_{ок}} + \frac{F_{дв}}{R_{дв}} \right] (t_{в} - t_{н}) \cdot 10^{-3},$$

где  $R_{ст}$ ,  $R_n$ ,  $R_{ок}$ ,  $R_{дв}$ ,  $R_{зон}$  - сопротивление теплопередаче стен, покрытий, окон, дверей, зон пола,  $^{\circ}C \cdot m^2/Bm$ .

Размеры окон возможно уточнить по СНИП.

Расчет произведен в соответствии с требованиями следующих нормативных документов: СП РК 2.04-106-2012. Проектирование тепловой защиты зданий. СП РК 2.04-01-2017. Строительная климатология. СП РК 2.04-106-2012. Проектирование тепловой защиты зданий.

Площадь наружных стен с учетом площади окон и ворот составит,  $m^2$ :

$$F_{ст} = F_{ст}^1 + F_{ок} + F_{вор} + F_{дв}, \quad (4)$$

где  $F_{ст}^1$  - площадь стен стойлового помещения,  $m^2$ ;

$F_{ок}$  - площадь окон,  $m^2$ ;

$F_{дв}$  - площадь дверей,  $m^2$ ;

$F_{вор}$  - площадь ворот,  $m^2$ .

Площадь поверхности наружных стен,  $m^2$ :

$$F_{н.с} = L_{н.с} \cdot h - F_{ок}, \quad (5)$$

где длина наружных стен:

$$L_{н.с} = L_{п} \cdot 2, \quad (6)$$

где  $L_{п}$  - длина стойлового помещения.

Минимально допустимое сопротивление теплопередаче стен и покрытий рассчитывается из условия невыпадения конденсата на их поверхностях по выражениям,  $^{\circ}C \cdot m^2/Bm$ :

$$R_{ст} = \frac{(t_{вр} - t_{н}^1)}{a_{бст}(t_{вр} - \tau_p)}, \quad (7)$$

$$R_n = \frac{(t_{вр} - t_{н}^1)}{a_{bn} \cdot 0,8(t_{вр} - \tau_p)}, \quad (8)$$

где  $t_{op}$  – расчетная температура внутреннего воздуха в холодный период, °C;

$t_p$  – температура точки росы, °C;

$t_n$  – коэффициент, принимается по нормам в соответствии с расчетной температурой наиболее холодных суток для определенного района строительства, °C [7];

$\alpha_{вст}$ ,  $\alpha_{вп}$  – принимаются по нормам [8] в соответствии с видом животных, плотностью заполнения помещений, объемно-планировочными и конструктивными решениями. Для стен помещений, где заполнение животными составляет более 80 кг живой массы на 1 м<sup>2</sup> пола, - 12 Вт/(м<sup>2</sup>·°C) [10 ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C)]; для стен помещений, где заполнение животными составляет 80 кг и менее живой массы на 1 м<sup>2</sup> пола, и для потолков (чердачных перекрытий или покрытий) всех животноводческих и птицеводческих зданий - 8,7 Вт/(м<sup>2</sup>·°C) [7,5 ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C)].

Минимально допустимое сопротивление теплопередаче должно быть не менее числа полученного по формуле (7).

Экономически целесообразно при электротеплоснабжении (ЭТС) увеличивать сопротивление теплопередаче покрытий до уровня 2,5...3,5°С м<sup>2</sup>/Вт.

Заполнение помещения животными, кг/м<sup>2</sup> :

$$\Delta m = \frac{mn}{A}, \quad (9)$$

где  $m$  – масса одного животного, кг ;

$n$  – количество животных;

$A$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>.

Варианты конструкций полов, перекрытий и потолков помещений для животных и птиц представлены на рисунке 1.

Сопротивление теплопередаче наружных стен и покрытий определяется из выражения:

$$R_{cm} = R_B + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_n, \quad (10)$$

где  $\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности соответствующего слоя ограждения, Вт/(м·К);

$\delta_i$  – толщина соответствующего слоя ограждения, м;

$R_B$  – сопротивление тепловосприятию внутренних поверхностей ограждений, °С м<sup>2</sup>/Вт;

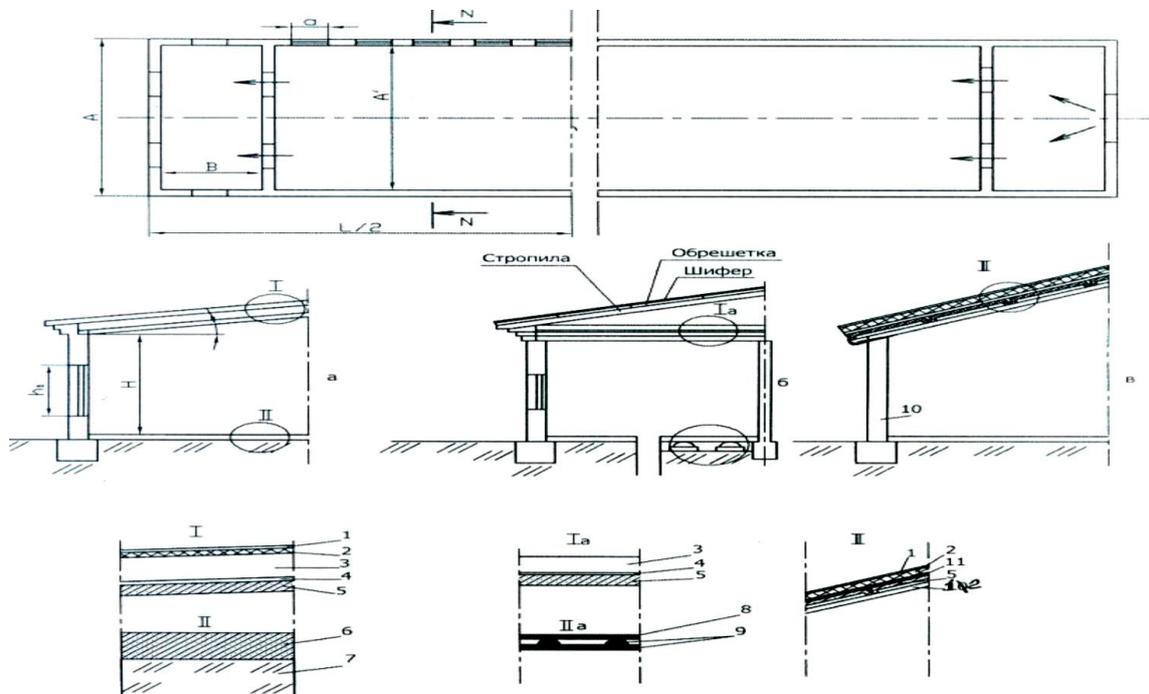
$R_n$  – сопротивление теплоотдаче наружных поверхностей ограждений, °С м<sup>2</sup>/Вт [9].

Если рассчитанное по формуле (10) термическое сопротивление окажется меньше оптимального, необходимо вычислить толщину дополнительного

термоизоляционного слоя, который необходимо указать в работе как рекомендацию.

Определение тепловых потерь через перекрытие:

$$R_n = R_B + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_H, \quad (11)$$



а, в – бесчердачные; б – чердачные; I- структура перекрытия; II – структура пола; Ia – структура потолка; IIa – структура утепленного пола; III – структура перекрытия на железобетонных опорах

Рисунок 1 - Варианты конструкций полов, перекрытий и потолков помещений для животных и птиц

На представленном рисунке: 1- слой рубероида; 2 – два слоя подкладочного рубероида; 3 – керамзитобетон; 4 – пергамин; 5 – железобетонная (ребристая) плита; 6 – бетон; 7 – уплотненный щебнем грунт; 8 – деревянный пол; 9 – деревянные лаги на шпалах; 10 – железобетонная опора специальной конструкции; 11 – уплотнительная стяжка; 12 – балка (железобетонная) перекрытия.

где  $\lambda_i$  - коэффициент теплопроводности соответствующего слоя перекрытия,  $Вт/(м \cdot К)$ ;

$\delta_i$  - толщина соответствующего слоя перекрытия, м;

$R_B$  - сопротивление тепловосприятию внутренних поверхностей перекрытия,  $^{\circ}С м^2/Вт$ ;

$R_H$  - сопротивление теплоотдаче наружных поверхностей перекрытия,  $^{\circ}С м^2/Вт$  [9].

*Определение тепловых потерь через полы.* Расчет производится в соответствии с требованиями следующих нормативных документов: СП РК 2.04-106-2012 Проектирование тепловой защиты зданий. СП РК 2.04-01-2017 Строительная климатология.

Пол или стена, не содержащие в своем составе утепляющих слоев из материалов с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_{п} \geq 1,16$  Вт/(м·°С), называются неутепленными.

Сопротивление теплопередаче такого пола принято обозначать  $R_{н.п.}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт. Для каждой зоны неутепленного пола предусмотрены нормативные значения сопротивления теплопередаче:

зона I -  $R_I = 2,1$  м<sup>2</sup>·°С/Вт;

зона II -  $R_{II} = 4,3$  м<sup>2</sup>·°С/Вт;

зона III -  $R_{III} = 8,6$  м<sup>2</sup>·°С/Вт;

зона IV -  $R_{IV} = 14,2$  м<sup>2</sup>·°С/Вт.

Если в конструкции пола, расположенного на грунте, имеются утепляющие слои при  $\lambda_{п} < 1,16$  Вт/(м·°С), его называют утепленным, а его сопротивление теплопередаче  $R_{у.п.}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, определяется по формуле:

$$\text{для I зоны } R_I = 2,2 + R_{ут}, \quad (12)$$

$$\text{для II зоны } R_{II} = 4,3 + R_{ут}, \quad (13)$$

$$\text{для III зоны } R_{III} = 8,6 + R_{ут}, \quad (14)$$

где  $R_{ут} = \sum \frac{\delta}{\gamma}$  определяется в соответствии с теплотехническими характеристиками отдельных слоев утепленного пола по нормам [9].

Для пола на лагах сопротивление теплопередаче  $R_{л.}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, рассчитывается по формуле:

$$R_{л.} = 1,18 R_{у.п.} \quad (15)$$

Производится разбивка пола на две равные части. Затем, одна часть делится на отдельные двухметровые зоны и определяются площади зон пола (шлаковая подготовка, бетонное основание, деревянные скиты и т.п.).

Если животноводческое (птицеводческое) помещение не имеет тамбуров, тогда схема разделения пола на зоны с двухметровой шириной выполняется по схеме, представленной на рисунке 2, а с тамбурами - на рисунке 3.



Рисунок 2 - Животноводческое (птицеводческое) помещение не имеет тамбуров

В расчетах площади размерами 2×2 м по углам коровника учитываются дважды.

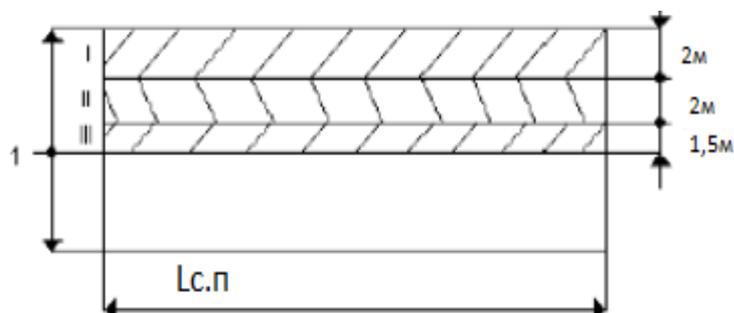


Рисунок 3 - Животноводческое (птицеводческое) помещение с тамбурами

Теплопотери на испарение влаги со смоченных поверхностей пола определяем из выражения:

$$Q_{\text{исп}} = 0,69(W_{\text{исп}}^{\text{см}} \cdot F_{\text{см}} + W_{\text{исп}}^{\text{кан}} \cdot F_{\text{кан}}) \cdot 10^{-3}, \quad (12)$$

где  $W_{\text{исп}}^{\text{кан}}$ ,  $W_{\text{исп}}^{\text{см}}$  - удельные влаговыделения за счет испарения со смоченных и открытых годных поверхностей навозных каналов, г/ч·м<sup>2</sup>. Принимаются в зависимости от температуры и относительной влажности внутреннего воздуха по рисункам 1-2 приложения Д.

При привязном содержании животных смоченная поверхность пола ( $F_{\text{см}}$ ) принимается равной поверхности навозного лотка (ширина лотка в коровниках 20 - 30 см.) и площади пола на расстоянии 0,5 м от навозного лотка.

При беспривязном содержании животных на решетчатых полах и удалении навоза самосплавом или гидросмывом за смоченную поверхность пола ( $F_{\text{см}}$ ) принимается вся площадь сплошного пола в станках с учетом планок

решетчатого пола. Площадь щелей решетчатого пола считается открытой поверхностью навозных каналов ( $F_{кан.}$ ). Кормовые, кормонавозные и навозные проходы в помещениях для содержания крупного рогатого скота должны иметь ширину в соответствии с габаритами применяемого оборудования по раздаче кормов и уборке навоза, не менее (м):

1 м - в телятнике;

2 м - для молодняка до 12 месячного возраста;

2,7 м - для коров.

Тепловоздушный режим определяют для холодного, переходного и теплого периодов года, разделяя текст соответствующими подзаголовками.

*В помещениях для содержания молодняка животных расчет выполняют в холодный период года для старшей и младшей возрастных групп, а в переходный и теплый периоды – только для старшей.*

Для холодного периода года рассчитывают полные (общие) и явные (свободные) тепловыделения, влаговыделения и выделения углекислого газа животными, дополнительные и суммарные влаговыделения в помещениях, тепловой поток теплоизбытков и угловой коэффициент (тепловлажностное отношение) при изменении состояния влажного воздуха в помещениях.

Дополнительные влаговыделения происходят при испарении с открытых и смоченных водных поверхностей поилок, кормушек, подстилки, помета, навозных каналов, участков пола и др. Их допускается принимать в размере 10% влаговыделений животными в холодный период года.

Суммарные влаговыделения определяют, суммируя влаговыделения животных (птицы), дополнительные и при усушке помета.

Теплоизбытки в холодный период года рассчитывают как полные тепловыделения животными и теплопоступления от системы освещения в безоконных зданиях за вычетом теплопотерь через ограждающие конструкции.

Теплопоступления от системы освещения в безоконных зданиях допускается определить из расчета 5 Вт/м на единицу площади пола.

Воздухообмен в холодный период года находят из условий удаления водяных паров и углекислого газа с последующей проверкой по норме минимального воздухообмена.

Для переходного (теплого) периода года определяют полные тепловыделения и влаговыделения животными, дополнительные и суммарные влаговыделения в помещениях, тепловой поток теплоизбытков и угловой коэффициент (тепловлажностное соотношение).

Дополнительные влаговыделения в переходный период года принимают в размере 10% влаговыделений КРС и свиней, а в теплый – в размере 25% .

Теплоизбытки в переходный период определяют согласно расчету в холодный период с учетом изменений в составляющих теплового баланса, а в теплый – с учетом полных тепловыделений животными и теплопоступлений от солнечной радиации и системы освещения в безоконных зданиях.

Тепло, требуемое на обогрев приточного воздуха, определяем из выражения:

$$Q_{y.v.} = 0,278 \cdot 10^{-3} G_v \cdot (t_v - t_n). \quad (17)$$

Количество приточного воздуха для холодного периода определяется из условий удаления избытков влаги из помещения по выражению:

$$G_v = \frac{W_{ж} + W_{исп}}{d_v - d_n}, \quad (18)$$

где  $d_v, d_n$  - влагосодержание внутреннего и наружного воздуха, г/кг.

Воздухообмен в переходный и теплый периоды определяют, исходя из условий одновременного удаления избыточной теплоты и водяных паров. При этом в переходный период воздухообмен принимают не менее, чем в холодный, а в теплый – не менее требуемого по минимальным нормам воздухообмена.

При расчете воздухообмена в переходный и теплый периоды уточняют влагосодержание внутреннего воздуха, г/кг:

$$d_v = d_n + 1020 \frac{t_v - t_n}{\varepsilon - 2500}, \quad (19)$$

где  $d_n$  – влагосодержание наружного воздуха в рассматриваемый период года, определяется по  $hd$ - диаграмме [1], г/кг;

$t_v$  и  $t_n$  – расчетные температуры наружного и внутреннего воздуха, °С;

$\varepsilon$  - угловой коэффициент (тепловлажностное отношение), кДж/кг.

Воздухообмен в помещениях для выращивания молодняка в холодный период рассчитывают для старшей и младшей возрастных групп, а в другие периоды – только для старшей.

По результатам расчета воздухообмена в переходный и теплый периоды необходимо определить относительную влажность воздуха внутри помещения. При необходимости ее снижения следует уменьшить расчетную температуру воздуха внутри помещений и выполнить перерасчет воздухообмена.

Результаты расчета тепловоздушного режима и воздухообмена приводят в таблице основных показателей. Форма таблицы дана в приложении Е.

Количество влаги, выделяемое животными, определяется из выражения:

$$W_{ж} = n w_{ж} \cdot k_t^1, \quad (20)$$

где  $w_{ж}, k_t^1$  – принимаются по нормам [2-5] в зависимости от возраста, массы животных и температуры внутреннего воздуха.

Общие влагопоступления за счет испарения, г/ч:

$$W_{\text{исп}} = W_{\text{исп}}^{\text{см}} \cdot F_{\text{см}}, \quad (21)$$

где  $F_{\text{см}}$  - площадь смоченных поверхностей,  $\text{м}^2$ .

Расчет тепловлажностных балансов животноводческих помещений для определения максимальных тепловых нагрузок производится по расчетным параметрам наружного и внутреннего воздуха.

Например, для коровников максимальную тепловую нагрузку нужно определять не по расчетным (номинальным) значениям параметров ( $t_e = 10^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_e = 75\%$ ), а по допустимым ( $t_e = 5^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_e = 85\%$ ). Допустимые значения параметров будут поддерживаться непродолжительное время только при низкой наружной температуре, а при ее повышении в помещении будут поддерживаться нормальные расчетные значения параметров.

Расчетная тепловая нагрузка на отопление ( $Q_{\text{от}}$ ) вспомогательных и служебных помещений с незначительной кратностью воздухообмена определяется величиной потока теплоты через наружные ограждения:

$$Q_{\text{от}} = \left( \sum_i \frac{F_i}{R_i} \gamma \right) (t_e - t_n) \cdot 10^{-3}, \quad (22)$$

где  $F_i$  - площадь соответствующего ограждения,  $\text{м}^2$ ;

$R_i$  - сопротивление теплопередаче соответствующего ограждения,  $^\circ\text{C м}^2/\text{Вт}$ ;

$\gamma$  - коэффициент добавочных теплопотерь на инфильтрацию.

В помещениях с периодическим выделением влаги, газов, пыли (доильные и молочные помещения, пункты искусственного осеменения и технического обслуживания, ветсанпропускники и др.), кроме отопления, необходима периодическая вентиляция с подогревом приточного воздуха.

Расчетная тепловая нагрузка на подогрев приточного воздуха ( $Q_{\text{в}}$ ) определяется как для животноводческих помещений из уравнения теплового баланса без учета теплопотерь через ограждения, которые скомпенсированы постоянно работающей системой отопления:

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ув}} + Q_{\text{исп}} - Q_{\text{ж}}^{\text{св}}. \quad (23)$$

Максимальная тепловая нагрузка помещений с периодической вентиляцией равна сумме тепловых нагрузок на отопление и подогрев приточного воздуха, определенных при расчетных значениях параметров внутреннего и наружного воздуха:

$$\sum Q = Q_{\text{от}} + Q_{\text{в}}. \quad (24)$$

Расчетная тепловая нагрузка на получение пара ( $Q_{пар}$ ) для технологических целей определяется по максимальной часовой потребности в паре ( $G_{пар}$ ):

$$Q_{пар} \cong G_{пар} \cdot t \quad (25)$$

Максимальная часовая потребность в паре ( $G_{пар}$ ) должна определяться технологами на основании суммирования суточных графиков потребления пара по отдельным процессам.

Максимальная тепловая нагрузка на горячее водоснабжение фермы ( $Q_{г.в.}$ ) определяется исходя из суточных норм потребления горячей воды ( $q_i$ ) и коэффициента неравномерности ее потребления в течение суток ( $\beta$ ).

Количество воздуха, инфильтрующегося в животноводческое помещение через неплотности ворот, дверей и других притворов, определяем по выражению:

$$G_{инф} = \sum \alpha G_{щ} \cdot l, \quad (26)$$

где  $\alpha$  - коэффициент, принимаемый в зависимости от характера;  
 $G_{щ}$  - количество воздуха, поступающего через 1 м длины щели в зависимости от скорости ветра в зимний период, кг/ч;  
 $l$  - длина щелей притворов, м.

Определяется количество воздуха, инфильтрующегося через притворы: окна, двери, ворота в кг/ч.

Общее количество инфильтрующегося воздуха:

$$G_{инф} = G_{инф1} + G_{инф2} + G_{инф3}. \quad (27)$$

Количество воздуха, которое должно поступать в коровник с помощью приточной вентиляции, равно:

$$G_{пр.в} = G_{в} - G_{инф}. \quad (28)$$

Таким образом, исходными данными для выбора отопительно-вентиляционного оборудования служат:  $Q_y$ , кВт и  $Q_{пр.в}$ , м<sup>3</sup>/ч.

Выбирается к установке электрокалориферный агрегат и параллельно работающий вентилятор.

### 3.3 Выбор системы отопления и вентиляции

Различия в архитектурно-строительных и объемно-планировочных решениях животноводческих зданий, использование разных способов содержания животных, многообразие требований (технологических,

зоологических, технико-экономических и эксплуатационных) к системам обеспечения микроклимата и изменение тепло - и влаговыделений по мере откорма и выращивания молодняка привели к разработке и использованию различных систем вентиляции в животноводстве.

Число вариантов исполнения составляет несколько десятков, однако, многие из них являются неэффективными.

В животноводческих помещениях следует использовать общеобменные системы вентиляции с целью организации требуемого воздухообмена по всему объему зоны содержания животных.

Приточные системы выполняют с искусственным побуждением. При этом необходимо обеспечить подачу свежего, приточного воздуха во все станки, стойла, клеточные батареи и т.д.

Вытяжные системы применяют как с естественным побуждением, так и с искусственным. В первом случае предусматривают вытяжные шахты, а во втором – осевые вытяжные вентиляторы (*ВО*).

Для увеличения воздухообмена в переходный и теплый периоды года устанавливают осевые приточные вентиляторы в вентбашнях, используемых в холодный период как вытяжные шахты, или дополнительные *ВО* внизу продольных стен для усиления вытяжки из помещений. Приточная система, входящая в состав *ОВС*, используется в переходный и теплый периоды, но уже без подогрева подаваемого воздуха.

В животноводческих помещениях применяют системы воздушного отопления, как правило, прямооточные без рециркуляции внутреннего воздуха. Системы с частичной рециркуляцией в объеме до 50% от расчетного воздухообмена в холодный период года допускаются в помещениях по откорму свиней и *КРС*.

Выбор системы воздушного отопления следует производить с учетом энергосберегающих мероприятий.

Тепловая мощность отопительно-вентиляционной системы, *кВт* :

$$\Phi_{ОВС} = \Phi_{ТП} + \Phi_B + \Phi_{ИСП} - \Phi_{Ж}, \quad (29)$$

где  $\Phi_{ТП}$  – тепловой поток теплопотерь через ограждающие конструкции берется из формулы (3), *кВт* ;

$\Phi_B$  – тепловой поток на нагревание вентиляционного воздуха, *кВт* ;

$\Phi_{ИСП}$  – тепловой поток на испарение влаги внутри помещения, *кВт* ;

$\Phi_{Ж}$  – тепловой поток явных тепловыделений животными, *кВт* .

Тепловой поток на нагревание приточного воздуха, *кВт* :

$$\Phi_B = C_p \cdot \rho \cdot L_B \cdot (t_B - t_{H,0}) \div 3600, \quad (30)$$

где  $\rho$  – расчетная плотность воздуха ( $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ );

$L$  – расход приточного воздуха в холодный период года, ( $L_B = 33600 \text{ м}^3/\text{ч}$ );

$t_{H.0}$  – расчетная температура наружного воздуха;

$C_p$  – удельная изобарная теплоемкость воздуха ( $C_p = 1 \text{ кДж/кг}$ ).

Тепловой поток на испарение влаги с открытых водных и смоченных поверхностей,  $\text{кВт}$ :

$$\Phi_{\text{исп}} = 0,69 \cdot W_{\partial}. \quad (31)$$

Дополнительные влаговыделения в животноводческих помещениях  $W_{\partial}$ , г/ч принимаем как 10% от выделений всеми животными (20).

Тепловой поток явных тепловыделений,  $\text{кВт}$ :

$$\Phi_{\text{яв}} = k'_t \cdot q \cdot n \cdot 10^{-3}, \quad (32)$$

где  $k'_t$  – температурный коэффициент явных тепловыделений [2-5];

$q$  – тепловой поток явных тепловыделений одним животным,  $\text{Вт}$  [2-5];

$n$  – число голов.

Определяют температуру подогретого воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ :

$$t_{\text{П}} = t_{H.0} + 3600 \frac{\Phi_{\text{ОВС}}}{\rho \cdot C_p \cdot L_B}, \quad (33)$$

где  $t_{H.0}$  – наружная температура в зимний период года,  $^{\circ}\text{C}$ .

Для воздуховодов должно соблюдаться условие санитарно – гигиенических требований:  $t_{\text{П}} \leq 45^{\circ}\text{C}$ . На основании этого условия, с учетом рассчитанной температуры подогретого воздуха выбирают количество отопительно-вентиляционных установок с требуемой мощностью. Дальнейший расчет ведется для одной отопительно-вентиляционной установки.

*Расчет и выбор калориферов.*

В системе вентиляции и отопления устанавливают водяной калорифер. Теплоноситель дан в приложении А (см. таблицу А.2).

Расчет требуемой площади живого сечения,  $\text{м}^2$ , для прохода воздуха:

$$f' = \frac{L\rho}{3600(v\rho)'}, \quad (34)$$

где  $(v\rho)'$  – массовая скорость воздуха,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . Для пластинчатых калориферов  $v\rho$  принимается в пределах 7...10, для оребренных - 3...5  $\text{кг}/\text{м}^2\text{с}$ ;

$L$  - расход воздуха через калорифер,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$\rho$  - массовая плотность воздуха,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

3600 - перевод  $\text{м}^3/\text{ч}$  в  $\text{м}^3/\text{с}$ .

По рассчитанному живому сечению выбирается калорифер. Технические данные заносятся в таблицу 6.

Таблица 6 - Технические данные калорифера

Номер калорифера	Площадь поверхности нагрева $A_K, \text{м}^2$	Площадь живого сечения по воздуху $f, \text{м}^2$	Площадь живого сечения трубок $f_T, \text{м}^2$

Уточняется массовая скорость воздуха,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$ :

$$(v\rho) = \frac{L \cdot \rho}{3600 \cdot f}. \quad (35)$$

Определяется скорость горячей воды в трубках,  $\text{м}/\text{с}$ :

$$\omega = \frac{\Phi_{0BC}}{C_B \cdot \rho_B \cdot (t_T - t_0) \cdot f_T}, \quad (36)$$

где  $C_B = 4,19 \frac{\text{кДж}}{(\text{кг} \cdot \text{К})}$  - удельная теплоемкость воды;

$\rho_B = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  - плотность воды;

$(t_T - t_0)$  - температура теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе,  $^{\circ}\text{C}$ .

Фронтальное сечение для прохода воздуха через теплообменные элементы вычисляется по данным калорифера.

Если при расчете получается требуемая площадь сечения, а в таблице для подбора калориферов нет моделей с таким показателем, тогда принимается два или несколько калориферов одного номера, чтобы сумма их площадей соответствовала или приближалась к нужному значению.

При выборе трех - или четырехрядной модели (одинаковые номера калориферов - имеют одну и ту же площадь фронтального сечения), ориентируются на то, что теплообменники (четыре ряда) при одной и той же входящей температуре и производительности по воздуху, нагревают его в среднем на восемь-двенадцать градусов больше, чем три ряда теплонесущих трубок, но имеют большее аэродинамическое сопротивление.

Определяется коэффициент теплопередачи,  $Вт/(м^2 \cdot К)$ :

$$K = a(v\rho)^n \omega^r, \quad (37)$$

где  $a$  – коэффициент, зависящий от конструкции калорифера;  
 $(v\rho)$  – массовая скорость в живом сечении калорифера,  $кг/(м^2 \cdot с)$ ;  
 $n$  и  $r$  – показатели степени.

Выписываются необходимые данные для выбранного калорифера:  $a$ ;  $b$ ;  $m$ ;  $n$ ;  $r$ .

Средняя температура воздуха,  $^{\circ}С$  :

$$t'_{CP} = \frac{t_{н.о} + t_{п}}{2}, \quad (38)$$

где  $t_{н.о}$  – температура в холодный период года;  
 $t_{п}$  – температура в тёплый период года.

Средняя температура воды,  $^{\circ}С$  :

$$t_{CP} = \frac{t_{Г} + t_{0}}{2}. \quad (39)$$

Определяется требуемая площадь поверхности теплообмена калориферной установки,  $м^2$ :

$$F = \frac{\Phi_{0BC} \cdot 10^3}{K(t_{CP} - t'_{CP})}. \quad (40)$$

Рассчитывается число калориферов:

$$n = \frac{F}{F_1}, \quad (41)$$

где  $F$  – общая площадь поверхности теплообмена,  $м^2$ ;  
 $F_1$  – площадь поверхности теплообмена одного калорифера,  $м^2$ .

Определяется процент запаса по площади поверхности нагрева:

$$\Delta F = \frac{nF_1 - F}{F} \cdot 100\%. \quad (42)$$

### 3.4 Определение годового расхода теплоты на создание искусственного микроклимата

Годовой расход теплота определяется продолжительностью ( $TOT$ ) и средней температурой ( $t_{н.ср.}$ ) отопительного периода.

Для определения продолжительности и средней температуры отопительного периода определяется граничная температура наружного воздуха ( $t_{н.гр.}$ ), при которой возникает необходимость в обогреве помещения.

Граничную температуру наружного воздуха определяют из выражения:

$$t_{н.гр} = t_{вр} - \frac{Q_{ж}^{св} - Q_{исп}}{0,278 \cdot 10^{-3} G_{г} + \sum_{R_i}^{F_i}} \cdot 10^3. \quad (43)$$

Здесь в качестве внутренней температуры ( $t_{в}$ ) берется расчетное (номинальное) значение, а не допустимое, как при определении максимальной тепловой нагрузки.

В нормах [6] приведены интегральные (с нарастающим итогом) и дифференциальные функции распределения времени стояния температуры наружного воздуха  $T(t_{н})$  и  $\tau(t_{н})$ . Значение функции  $T$  при граничной наружной температурах  $t_{нгр}$  дает продолжительность отопительного периода ( $T_{ом}$ ) для животноводческого помещения.

Умножив табличные значения  $T(t_{н})$  на соответствующее значение  $t_{н}$  просуммировав полученные величины с нарастающим итогом, получим таблицу значений вспомогательной функции:

$$\phi(t_{н}) = \int_{t_{в\text{ин}н}}^{t_{н}} t_{н} \cdot \tau(t_{н}) \cdot d(t_{н}). \quad (44)$$

Средняя температура отопительного периода будет равна отношению значений функций при граничной температуре:

$$t_{нср} = \frac{\phi(t_{нгр})}{T(t_{нгр})}. \quad (45)$$

Для помещений с периодическим нахождением животных  $T_{ом}$  определяется аналогично, при теплопотоках через ограждения, равных нулю, так как они скомпенсированы потоками теплоты от систем отопления.

Годовой расход теплоты на создание искусственного микроклимата будет равен:

$$A_H = Q(t_{нсп})T_{от} \cdot K_B, \quad (46)$$

где  $Q(t_{нсп})$  - тепловая нагрузка, при средней наружной температуре  $t_{нсп}$  и расчетных параметрах внутреннего воздуха;

$K_B$  - определяется технологией и организацией производства в различных помещениях с периодической вентиляцией и может оказаться в широких пределах. Ориентировочные значения составляют: для доильных и молочных отделений - 1/3, ветсанпропускников - 1/8, помещений ветеринарного назначения и пунктов искусственного осеменения - 1/24;

$T_{от}$  - продолжительность отопительного периода, ч/год. СН РК 2.04-21-2004 (см.таблицу 3.И\*).

*Расчет расхода энергий на горячее водоснабжение.*

Годовой расход теплоты на нагрев воды определяется по выражению:

$$A_{ГВ} = 365 \cdot 1,163 \cdot 10^{-3} (t_r - t_B) \sum_i q, \quad (47)$$

где  $\sum_i q$  - суточная норма потребления горячей воды, кг.

Допускается, что ночной провал максимума нагрузки - 8 ч;  $t_B = +5^\circ\text{C}$ .

В соответствии с нормами технологического проектирования [6] потребление горячей воды на ферме составит:

а) на поение животных:

- одной коровы 65 л/сут. при  $t_r = +12^\circ\text{C}$ ;

- одного теленка 10 л/сут. при  $t_r = +16^\circ\text{C}$ ;

б) на производственные нужды:

- одной коровы 15 л/сут. при  $t_r = +65^\circ\text{C}$ ;

- одного теленка 2 л/сут. при  $t_r = +65^\circ\text{C}$ .

Производятся следующие расчеты:

- годовой расход теплоты на поение коров;

- годовой расход теплоты на поение телят;

- годовой расход теплоты на нагрев воды для производственных нужд в коровнике;

- годовой расход на нагрев воды для производственных нужд в телятнике.

Годовой расход теплоты на нагрев воды в санпропускнике составляет 160000 кВт·ч.

Общий годовой расход теплоты на нагрев воды рассчитывается по формуле (47).

Годовое потребление теплоты на производство пара определяется по выражению:

$$A_{пар} \cong 1,2 \sum_i q_{пар i} \cdot T_{пар i}, \quad (48)$$

где  $q_{\text{пар } i}$  - суточная норма потребления пара на  $i$ -ый процесс, кг;  
 $T_{\text{пар } i}$  - время использования пара, дней.

Если пар на ферме не применяется, в связи с этим годовое потребление теплоты на производство пара не рассчитывается.

Суммарный годовой расход на ферме определяется по выражению:

$$A = A_{\text{н}} + A_{\text{гв}} + A_{\text{пар}}. \quad (49)$$

Расчет тепловой нагрузки и годового потребления теплоты в остальных помещениях фермы рассчитывается аналогично.

#### **4. Разработкой энергосберегающих мероприятий**

Использование электроэнергии в сельскохозяйственном производстве происходит в следующих направлениях: освещение, электронагрев, электропривод машин и механизмов, электротехнология и системы управления.

Для экономии каждого из ресурсов сегодня предусмотрены определенные мероприятия.

Наиболее энергоемкой отраслью сельскохозяйственного производства является животноводство. На животноводство может приходиться до 80 % затрат на энергию в т. у.т. хозяйства.

*Задание 2. Составить программу энергосбережения, которая будет включать в себя комплекс соответствующих энергосберегающих технологии и технических средств, для рассчитанного вами хозяйства.*

Можно начать с модернизации устаревшего оборудования, так как, сэкономив на необходимой реконструкции, хозяйства несут постоянные и огромные потери на использовании энергетически затратных систем и установок.

Хороший результат дает использование энергосберегающих машин вместо старой техники, а также увеличение доли вторичных энергетических ресурсов.

Например, уменьшить затраты на энергию можно за счет использования биотоплива.

В работе необходимо применять так же и другие методы энергосбережения в сельском хозяйстве.

## Приложение А

### Исходные данные

Таблица А.1 - Исходные данные по последней цифре номера зачетной книжки

Последняя цифра	Наружные стены	Полы
1	Кладка из керамического пустотного кирпича – 125 мм Минераловатные плиты – 70 мм Внутренняя штукатурка – 15 мм	Цементная стяжка – 20 мм Аглопоритобетон – 80 мм
2	Кладка из силикатного кирпича – 510 мм Внутренняя штукатурка – 30 мм	Цементная стяжка – 20 мм Керамзитобетон – 120 мм
3	Железобетон – 50 мм Пенополистирол – 80 мм Железобетон – 50 мм	Дощатый настил – 40 мм на лагах высотой – 50 мм
4	Железобетонные панели: железобетон – 30 мм, минераловатные плиты – 120 мм, железобетон – 30 мм	Цементная стяжка – 25 мм Бетон – 100 мм
5	Кладка из силикатного кирпича – 250 мм Кладка из красного кирпича – 230 мм Внутренняя штукатурка – 25 мм	Красный кирпич, установленный на ребро – 125 мм
6	Керамзитобетонные панели: железобетон – 35 мм керамзитобетон – 300 мм железобетон – 35 мм	Цементная стяжка – 25 мм Шлакобетон – 120 мм
7	Кладка из керамического пустотного кирпича – 390 мм Внутренняя штукатурка – 25 мм	Цементная стяжка – 25 мм Аглопоритобетон – 150 мм
8	Наружная штукатурка – 20 мм Пенобетон – 400 мм Внутренняя штукатурка – 20 мм	Цементная стяжка – 25 мм Керамзитобетон – 150 мм
9	Кладка из красного кирпича – 510 мм Внутренняя штукатурка – 20 мм	Цементная стяжка – 20 мм Аглопоритобетон – 100 мм
0	Внешняя штукатурка – 20 мм Газосиликат – 300 мм Внутренняя штукатурка – 25 мм	Дощатый настил – 40 мм Бетон – 100 мм

## Приложение А (продолжение)

Таблица А.2 - Исходные данные по предпоследней цифре номера зачетной книжки

Предпоследняя цифра	Покрытия совмещенные	Заполнения световых проемов	Теплоноситель
1 и 6	Асбестоцементный лист – 15 мм Рубероид – 3 мм Минераловатные плиты – 120 мм Плита железобетонная – 35 мм	Блоки стеклянные пустотелые	Горячая вода 70–115°С
2 и 7	Рубероид – 6 мм Цементная стяжка – 25 мм Керамзитовый гравий – 150 мм Плита железобетонная – 35 мм	Остекление одинарное в деревянных переплетах	Горячая вода 70–95°С
3 и 8	Асбестоцементный лист – 15 мм Рубероид – 6 мм Воздушная прослойка – 50 мм Минераловатные плиты – 80 мм Плита железобетонная – 35 мм	Остекление двойное в деревянных переплетах	Горячая вода 70–105°С
4 и 9	Керамзитовый гравий – 40 мм Рубероид – 6 мм Цементная стяжка – 15 мм Пеносиликат – 80 мм Плита железобетонная – 50 мм	Остекление двойное в металлических переплетах	Горячая вода 70–130°С
5 и 0	Доски сосновые – 30 мм Воздушная прослойка – 50 мм Минераловатные плиты – 80 мм Рубероид – 3 мм Доски сосновые – 30 мм	Остекление двойное в деревянных переплетах	Горячая вода 70–120°С

Наружные двери и ворота принять деревянными, из сосновых досок толщиной 50 мм.

## Приложение Б

### Теплотехнические характеристики строительных материалов и конструкций

Таблица Б.1 – Справочные данные по теплотехническим характеристикам строительных материалов и конструкций

Наименование материала	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Расчетные коэффициенты при условиях эксплуатации	
		Теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ Б	Теплоусвоения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ Б
Силикатный кирпич	1800	0,87	10,9
Глиняный кирпич	1800	0,81	10,12
Рубероид	600	0,17	3,53
Известково-песчаный раствор или штукатурка из него	1600	0,81	9,76
Сосна поперек волокон	500	0,18	4,54
Плиты минераловатные	50	0,06	0,48
Железобетон	2500	1,92	17,96
Кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича	1800	0,7	9,14
Кирпичная кладка из силикатного кирпича	1800	0,76	9,73
Цементно-песчаный раствор или штукатурка из него	1800	0,76	9,51
Стекло оконное	2500	0,76	10,69
Плиты древесноволокнистые и древесностружечные	500 1000	0,29 0,23	5,55 6,76
Керамзитобетон	1800	0,8	10,46
Асфальтобетон	2100	10,47	16,31

## Приложение В

### Теплопотери через наружные ограждения

Таблица В.1 – Результаты расчета теплопотерь через наружные ограждения

Номер помещения	$t_{в},$ °С	Характеристики ограждения					$t_{н.о.},$ °С	$n$	Тепловой поток теплопотерь, Вт
		Наименование	Ориентация	Размер $a \times b,$ м	Площадь $A,$ $м^2$	$R_o,$ ( $м^2$ К)/Вт			

*Примечания:*

1) Номер помещения указывают в соответствии с планом объекта проектирования.

2) При наименовании ограждения используют следующие обозначения: *Н.с* – наружная стена; *В.с* – внутренняя стена; *Д.с* – двойное остекление; *О.о* – одинарное остекление; *В.с* – блоки стеклянные; *Н.д* – наружная дверь (ворота); *Пт* – покрытие (перекрытие); *Пл1, Пл2, Пл3 и Пл4* – зоны пола с указанием их номера.

3) Ориентацию по сторонам горизонта обозначают кратко, например: *ЮЗ* – юго-запад; *СВ* – северо-восток; *С* – север и т.д.

4) Для световых проемов указывают их число и размеры одного светового проема.

5) При определении теплопотерь через внутренние стены используют в качестве расчетной разность температур внутреннего воздуха в смежных помещениях. Это указывают в примечании к таблице.

**Приложение Г**  
**Температура точки росы  $t_p$ , °С**

Таблица Г.1 – Справочные данные

$t$ , °С	Относительная влажность $\varphi$ , %					
	60	65	70	75	80	85
3	-3,5	-2,6	-1,7	-0,8	-0,1	0,7
5	-1,9	-0,9	0	0,9	1,8	2,7
10	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6
12	4,5	5,6	6,7	7,7	8,7	9,6
14	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5
16	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5
18	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4
20	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4
22	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4
24	15,8	17,0	18,2	19,3	20,4	21,3
26	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3
28	19,5	20,8	22,0	23,1	24,2	25,2
30	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2

## Приложение Д

### Графики зависимости удельных влаговыделений

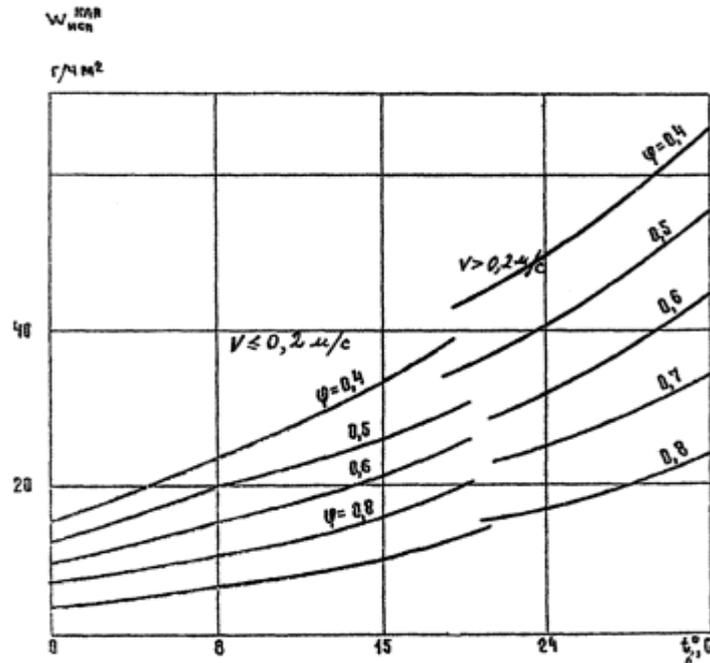


Рисунок 1 - График зависимости удельных влаговыделений при испарении влаги с поверхности навозных каналов (содержание животных - на решетчатых полах) от температуры воздуха в помещениях при скорости движения воздуха  $V \leq 0,2 \text{ м/с}$ ,  $V > 0,2 \text{ м/с}$

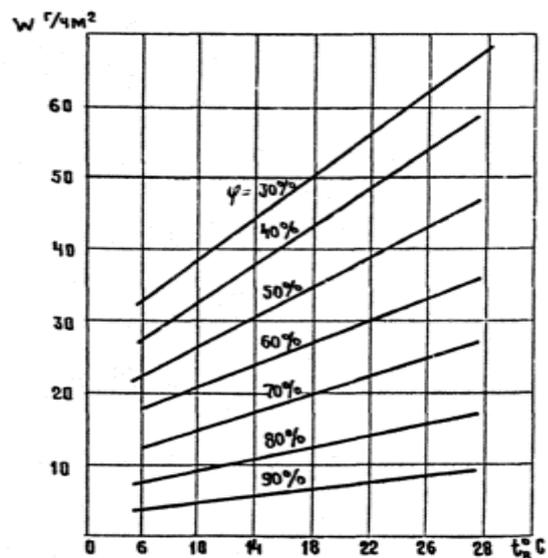


Рисунок 2 - График зависимости удельных влаговыделений от температуры воздуха в помещениях при испарении со смоченных поверхностей пола

## Приложение Е

### Расчет тепловоздушного режима и воздухообмена

Таблица Е.1 - Результаты расчета тепловоздушного режима и воздухообмена

Наименование Помещения	Периоды года	Наружный воздух		Внутренний воздух		Влаговыведения, кг/ч		
		$t, ^\circ C$	$\varphi, \%$	$t, ^\circ C$	$\varphi, \%$	от живот-ных	от обор. и с пола	итого
	Холодный							
	Переходный							
	Теплый							

*Продолжение таблицы Е.1*

Теплопоступления, кВт				Теплопотери через огражд. кВт	Избыточная теплота, кВт	Угловой коэф., кДж/кг	Расход вентил. Воздуха м <sup>3</sup> /ч	Температура приточн. воздуха
От живот-ных	От оборудова-ния	От солнеч. радиа-ции	Итого					

## Приложение Ж

Таблица Ж.1–Характеристика отопительно-вентиляционных систем

Обозначение	Кол. систем	Наименование обслуживаемого помещения	Тип установки	Вентиляторы						
				тип	номер	исполнен.	положен.	$L$ , м <sup>3</sup> /ч	$P$ , Па	$n$ , об/мин

*Примечания:*

1) В графе «Обозначение» проставить принятые обозначения (например, П1, П2 и т.д.).

2) В графе «Тип установки» проставить обозначения вентиляционных агрегатов на характеристиках вентиляторов или марку специализированного оборудования (например, АЭСМ).

3) При характеристике вентиляторов использовать принятые конструктивные особенности и параметры работы.

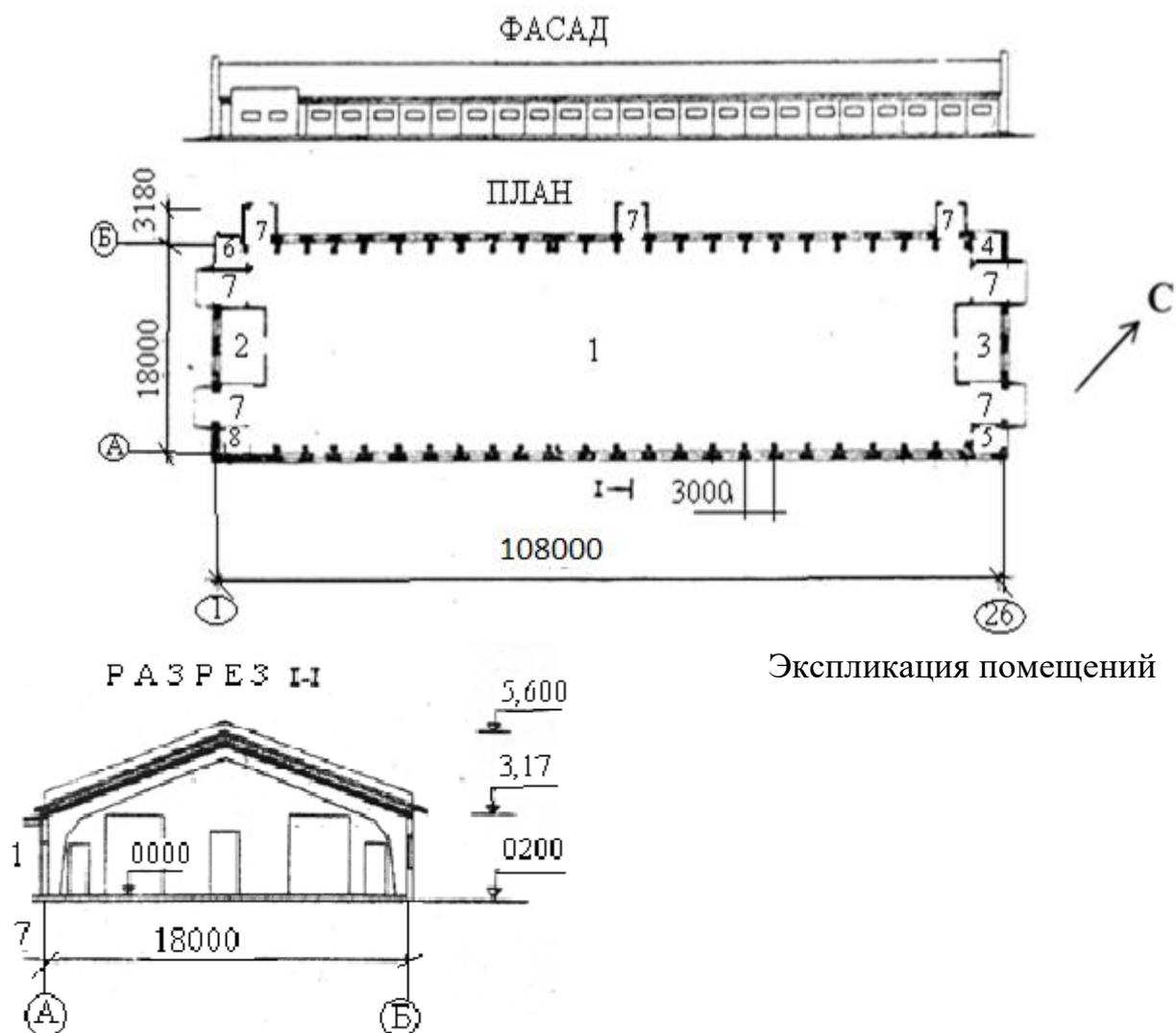
Таблица Ж.2 – Справочные данные

Обозначение	Эл.двигатель			Воздухонагреватель (калорифер)						Примечание	
	Тип	$N$ , кВт	$n$ , об/мин	Тип	Номер	Кол-во	Нагрев, °С		Мощность, кВт		$\Delta P$ , Па
							от	до			

# Планы и разрезы объектов проектирования

## Вариант №1

### Коровник на 600 голов



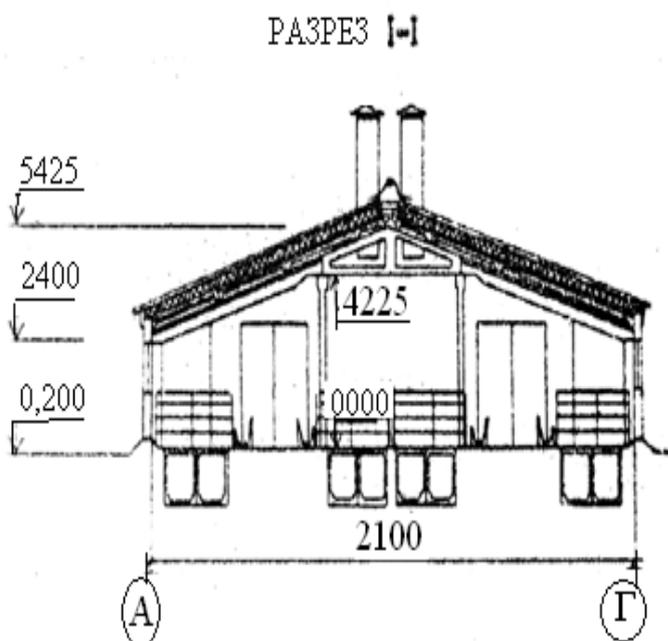
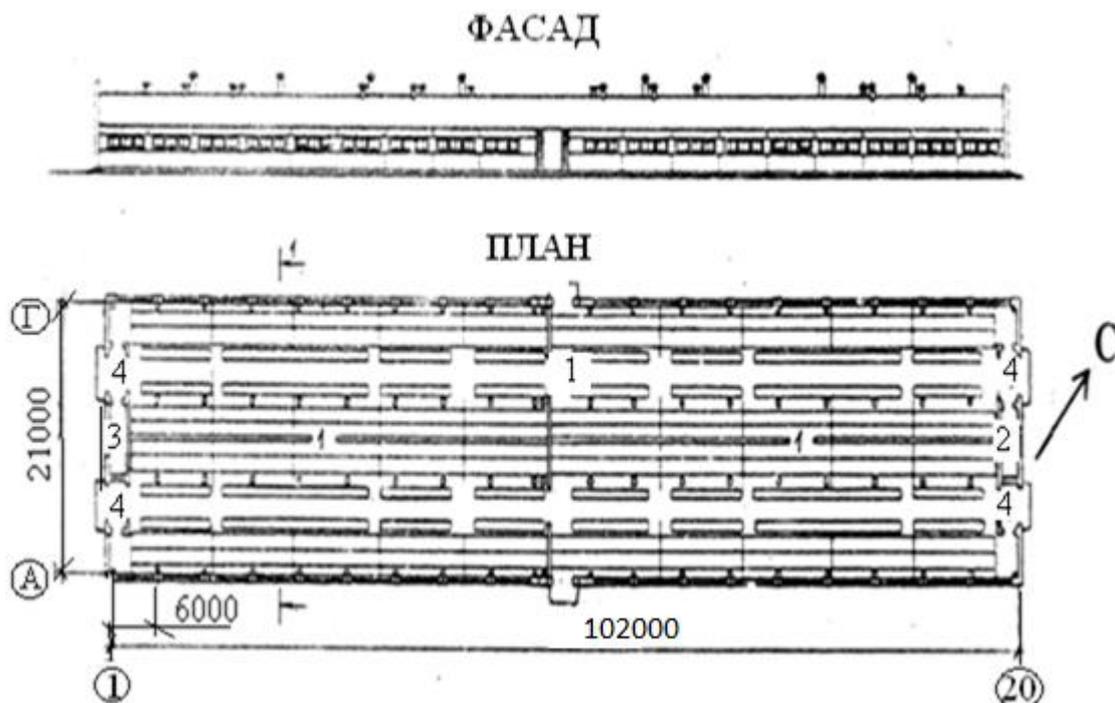
№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Стойловое помещение	1223,8
2	Веткамера № 1	25,7
3	Веткамера № 2	25,7
4	Помещение для дежурного	5,6
5	Помещение для хранения кормов	6,0
6	Электрощитовая	6,0
7	Тамбуры	59,6
8	Помещение для взвешивания животных	6,0

Помещение предназначено для содержания ремонтного молодняка КРС в возрасте до 20 месяцев.

Содержание привязное в стойлах. Живая масса 350 кг.

## Вариант №2

### Коровник на 260 коров



Экспликация помещений

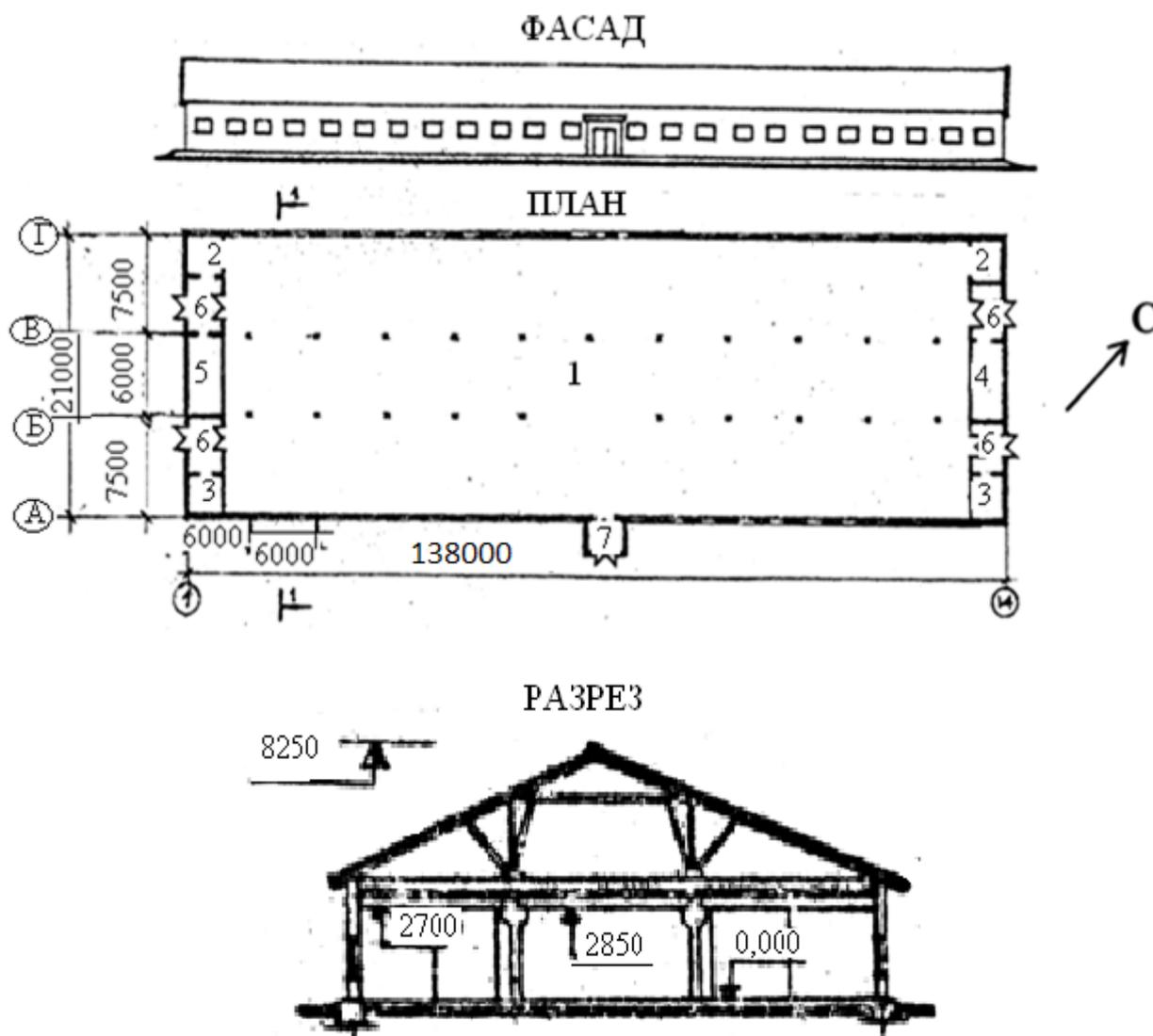
№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Стойловое помещение	1922
2	Веткамера № 1	12,6
3	Веткамера № 2	12,6
4	Тамбуры	32,6

Помещение предназначено для содержания откормочного молодняка КРС в возрасте до 15 месяцев.

Содержание – привязное в стойлах. Живая масса 600 кг.

## Вариант № 3

### Коровник на 250 коров



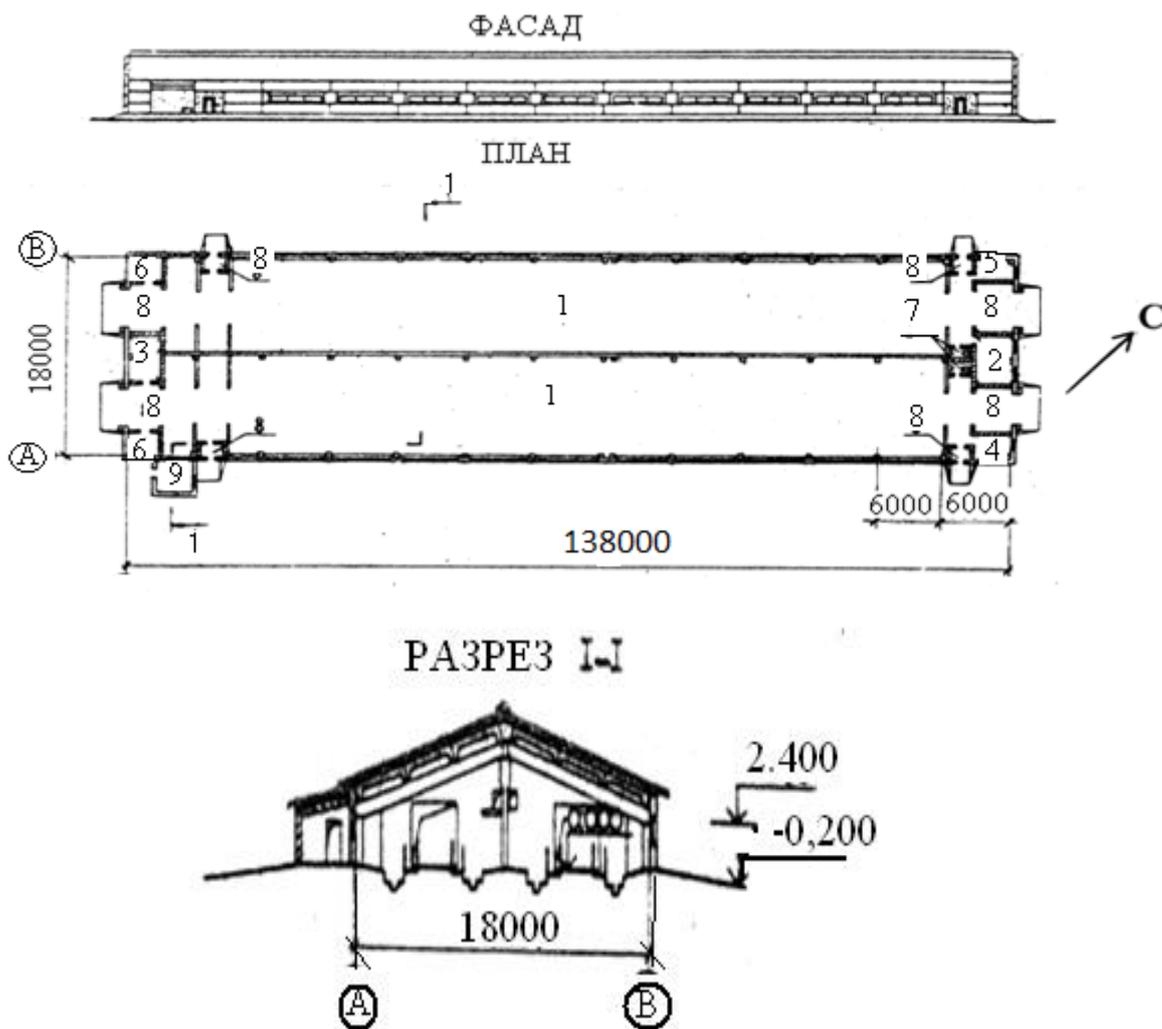
#### Экспликация помещений

№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Стойловое помещение	5473
2	Инвентарные	14,9
3	Фуражные	14,9
4	Веткамера № 1	17,8
5	Веткамера № 2	17,8
6	Тамбуры	55,8

Помещение предназначено для содержания коров с уровнем локтации 20 л/сут. Содержание - в групповых клетках. Живая масса 400 кг.

## Вариант № 4

### Телятник на 460 коров



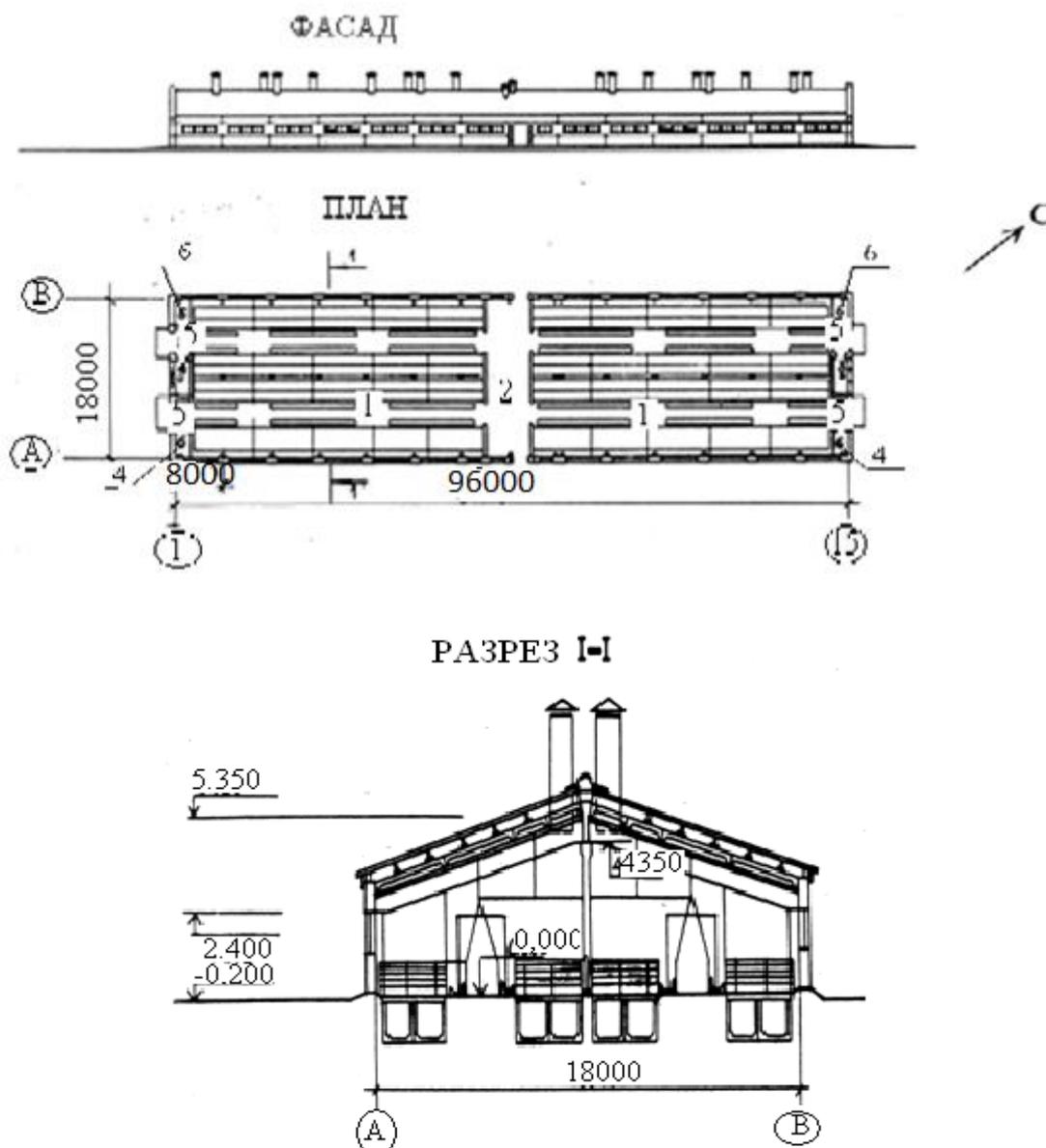
#### Экспликация помещений

№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Помещение для телят	1243
2	Веткамера № 1	16
3	Веткамера № 2	14
4	Служебная	8
5	Моечная	8
6	Фуражные	14
7	Санузел	5
8	Тамбуры	59
9	Помещение навозоудаления	8

Помещение предназначено для содержания телят в возрасте до 6 месяцев. Содержание - в групповых клетках. Живая масса 200 кг.

## Вариант № 5

### Телятник на 450 коров



Экспликация помещений

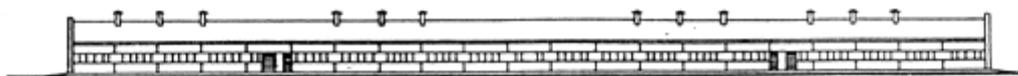
№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Помещение для телят	1720
2	Коридор	91,8
3	Веткамера № 1	9,7
4	Веткамера № 2	9,7
5	Тамбуры	14,3
6	Помещение для инвентаря	20,4

Помещение предназначено для содержания телят в возрасте до 6 месяцев.  
Содержание - в групповых клетках. Живая масса 180 кг.

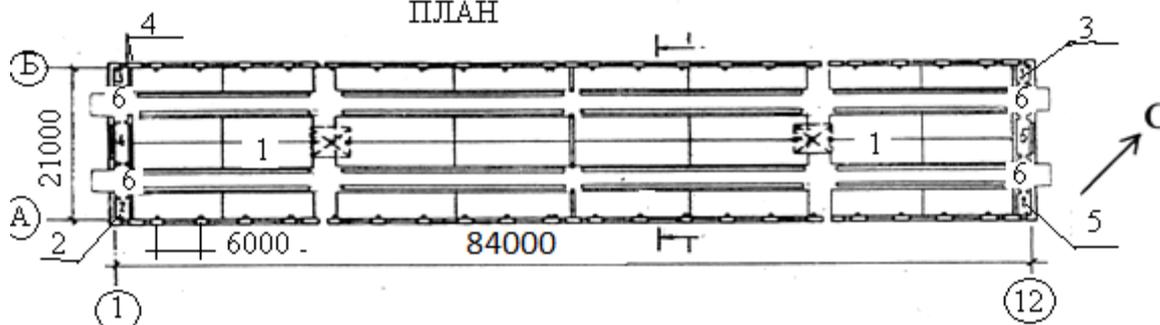
## Вариант № 6

### Телятник на 500 голов

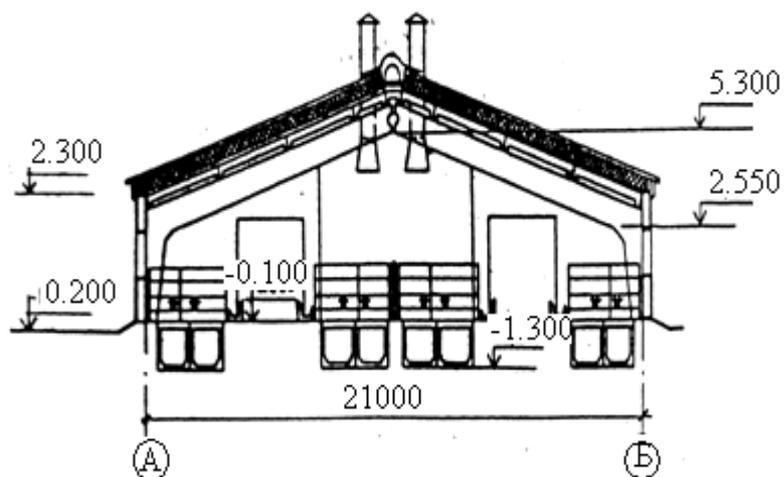
ФАСАД



ПЛАН



РАЗРЕЗ I-I



#### Экспликация помещений

№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Помещение для молодняка	1530,6
2	Электрощитовые	12
3	Помещение для инвенторя	12
4	Веткамера № 1	12,8
5	Веткамера № 2	12,8
6	Тамбуры	29,6

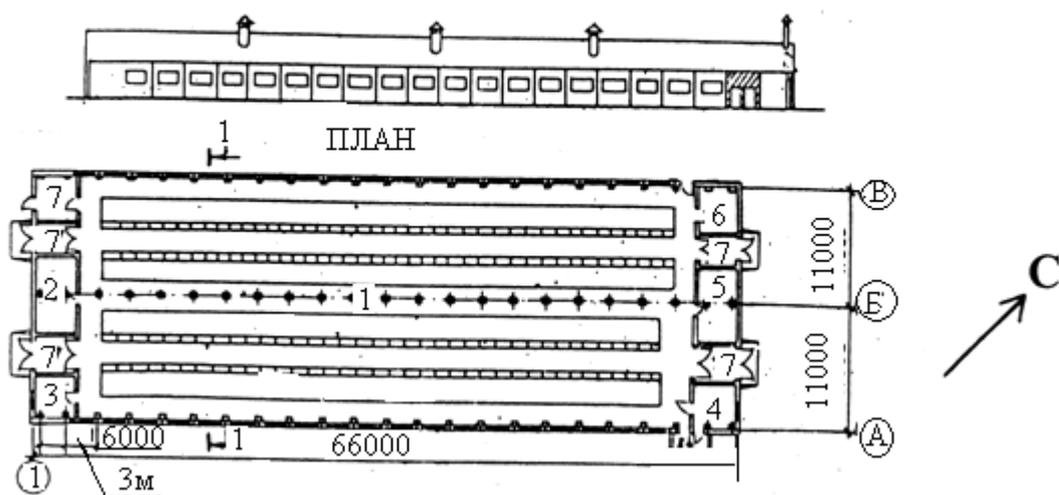
Помещение предназначено для содержания ремонтного молодняка КРС в возрасте до 14 месяцев.

Содержание - в групповых клетках. Живая масса 250 кг.

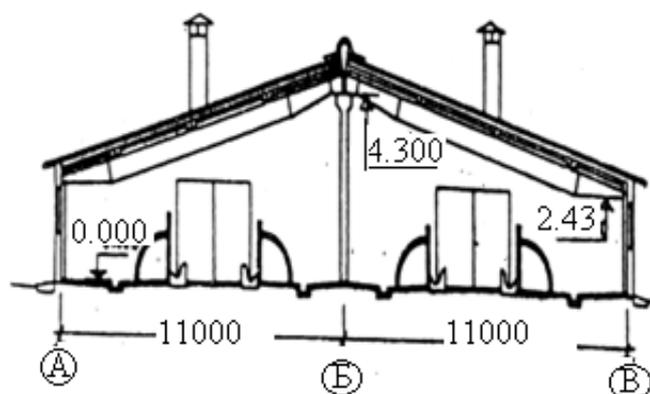
## Вариант № 7

### Коровник на 160 коров

ФАСАД



РАЗРЕЗ I-I



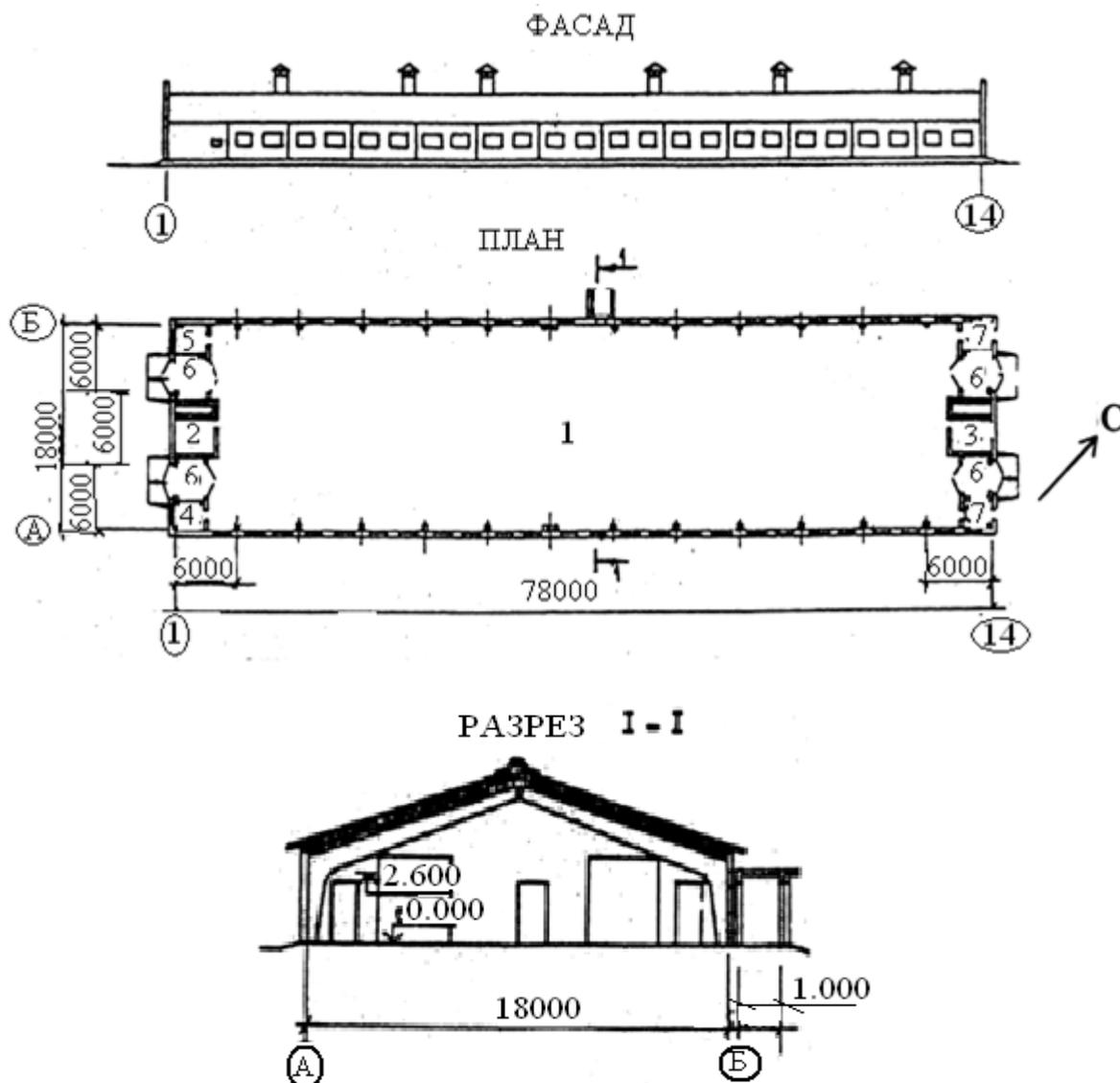
#### Экспликация помещений

№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Стойловое помещение	1269,7
2	Венткамера	28,4
3	Помещение для запаса кормов	15,6
4	Помещение санобработки	17,4
5	Помещение навозоудаления	28,4
6	Электрощитовая	15,6
7	Тамбуры	71,2

Помещение предназначено для содержания глубокоствельных коров. Содержание – привязное в стойлах. Живая масса 600 кг.

## Вариант № 8

### Телятник на 480 телят



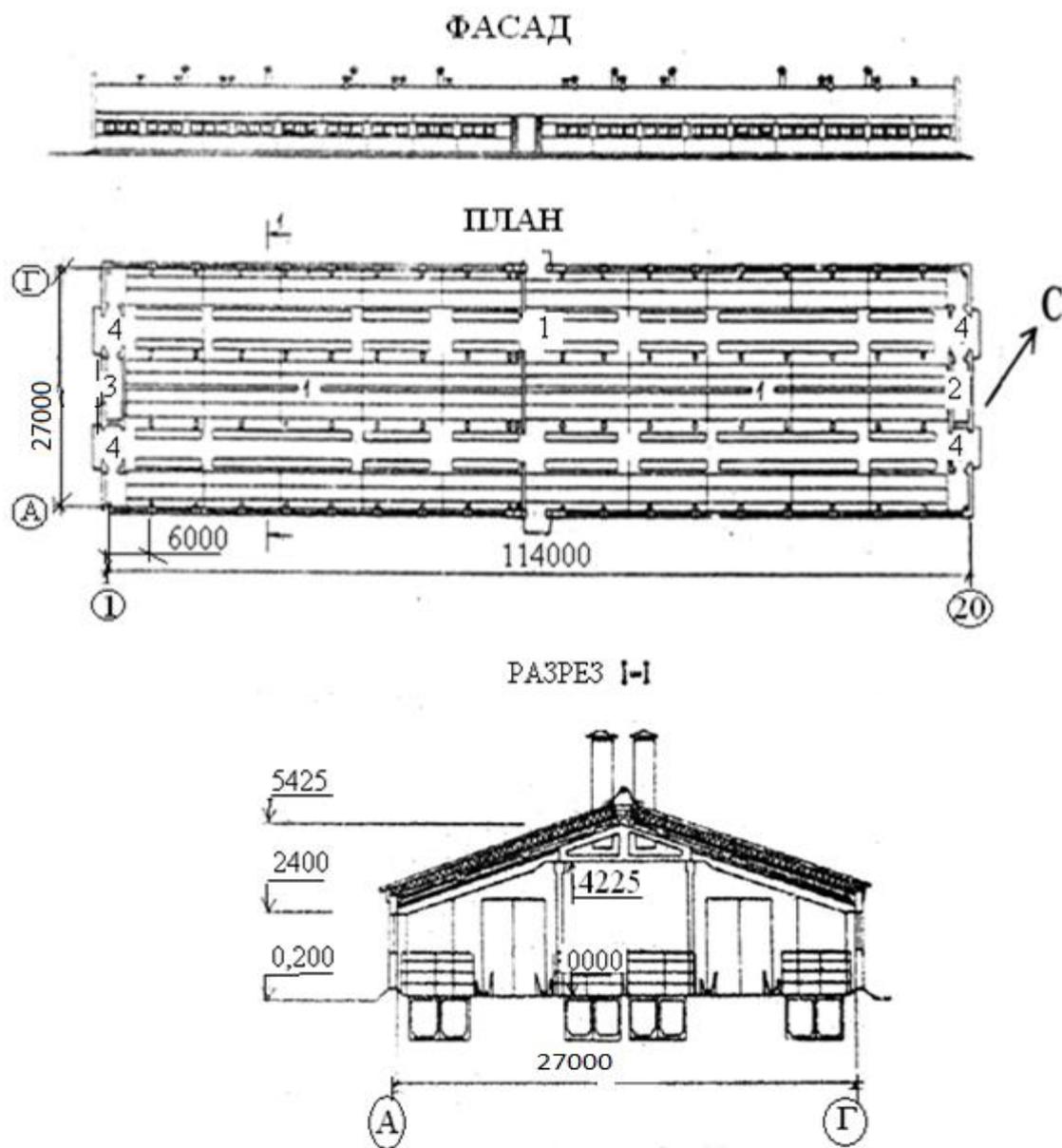
Экспликация помещений

№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Стойловое помещение	1281,2
2	Венткамера № 1	18,9
3	Венткамера № 2	18,9
4	Помещение для запасов кормов	7,9
5	Электрощитовая	7,9
6	Тамбуры	47,6
7	Помещение для запаса кормов	15,8

Помещение предназначено для содержания телят в возрасте от 15 дней до 2 месяцев. Содержание – привязное в стойлах.

## Вариант №9

### Телятник на 400 голов



#### Экспликация помещений

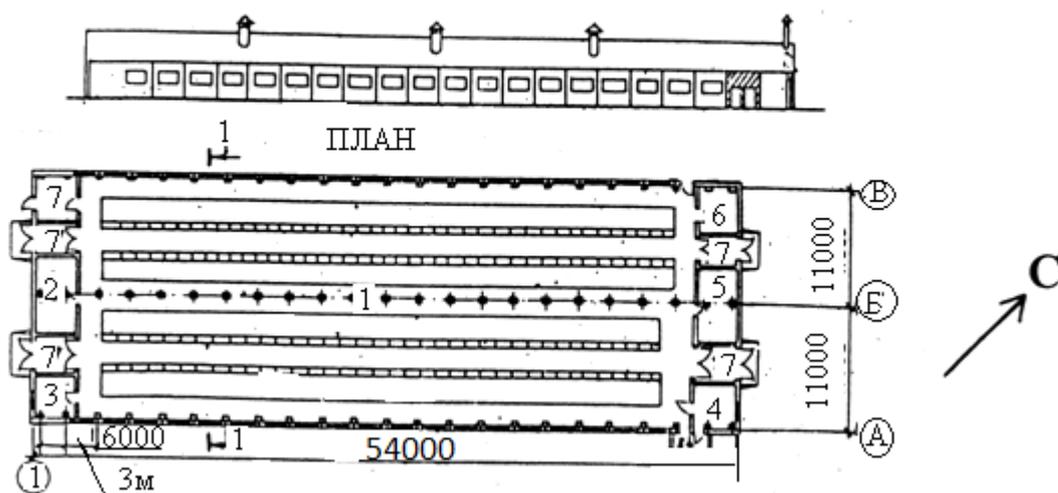
№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Стойловое помещение	2300,4
3	Веткамера № 1	12,6
4	Веткамера № 2	12,6
5	Тамбуры	32,6

Помещение для содержания телят в возрасте от 3 до 6 месяцев. Содержание – привязное в стойлах. Поголовье: телят живой массой 90 кг – 30 голов, телят живой массой 120 кг – 35 голов, телят живой массой 150 кг – 25 голов, телят живой массой 200 кг – 10 голов.

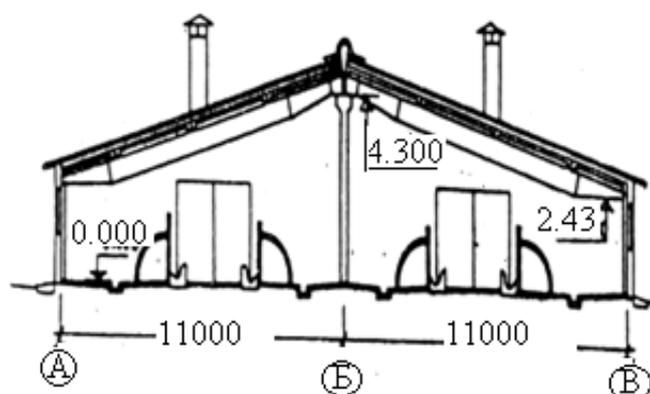
## Вариант № 10

### Коровник на 360 коров

ФАСАД



РАЗРЕЗ I-I



#### Экспликация помещений

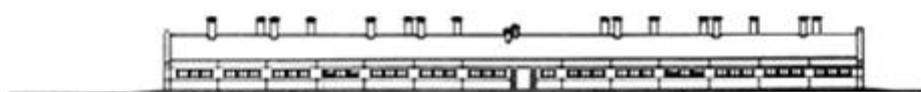
№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Стойловое помещение	1269,7
2	Венткамера	28,4
3	Помещение для запаса кормов	15,6
4	Помещение санобработки	17,4
5	Помещение навозоудаления	28,4
6	Электрощитовая	15,6
7	Тамбуры	71,2

Помещение предназначено для содержания коров с удоем 15л.  
Содержание – привязное в стойлах. Живая масса 600 кг.

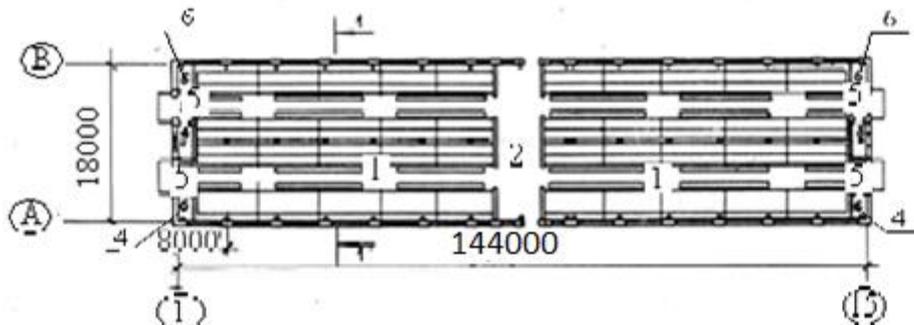
## Вариант № 11

### Коровник на 600 коров

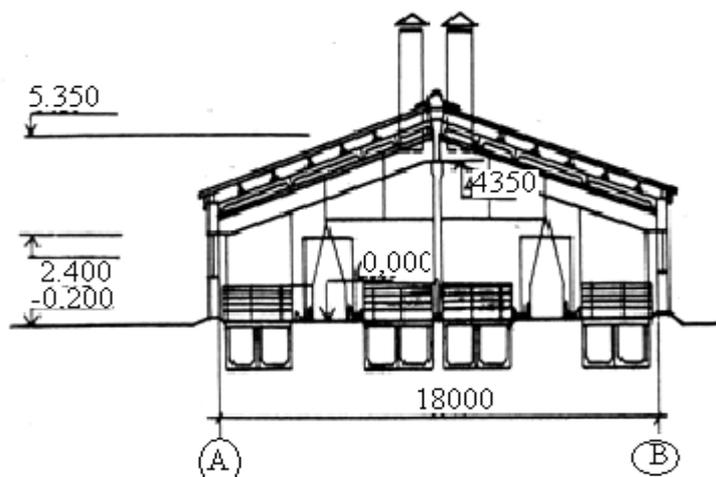
ФАСАД



ПЛАН



РАЗРЕЗ I-I



Экспликация помещений

№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Помещение для телят	2670
2	Коридор	91,8
3	Веткамера № 1	9,7
4	Веткамера № 2	9,7
5	Тамбуры	14,3
6	Помещение для инвентаря	20,4

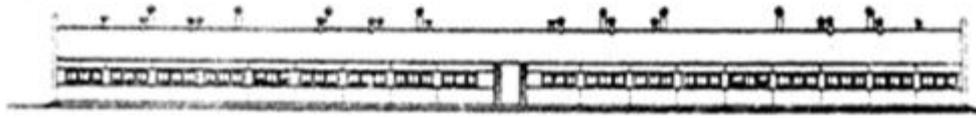
Помещение предназначено для содержания телят в возрасте до 15 месяцев.

Содержание - в групповых клетках. Живая масса 150 кг.

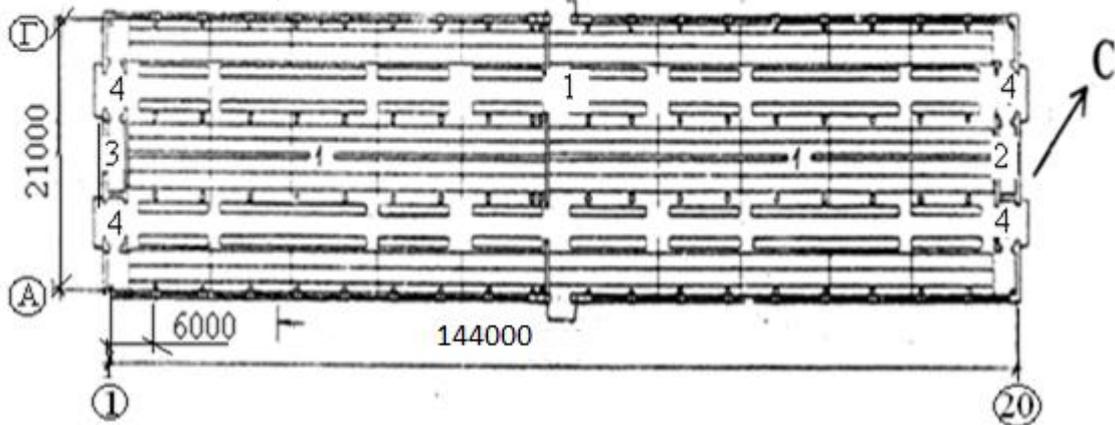
## Вариант № 12

### Коровник на 400 коров

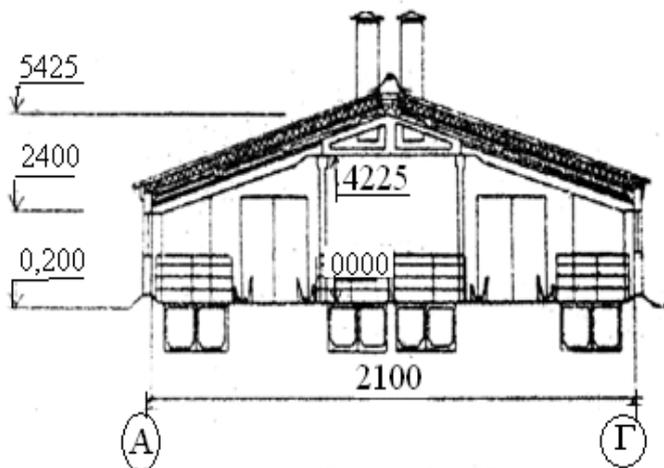
ФАСАД



ПЛАН



РАЗРЕЗ I-I



Экспликация помещений

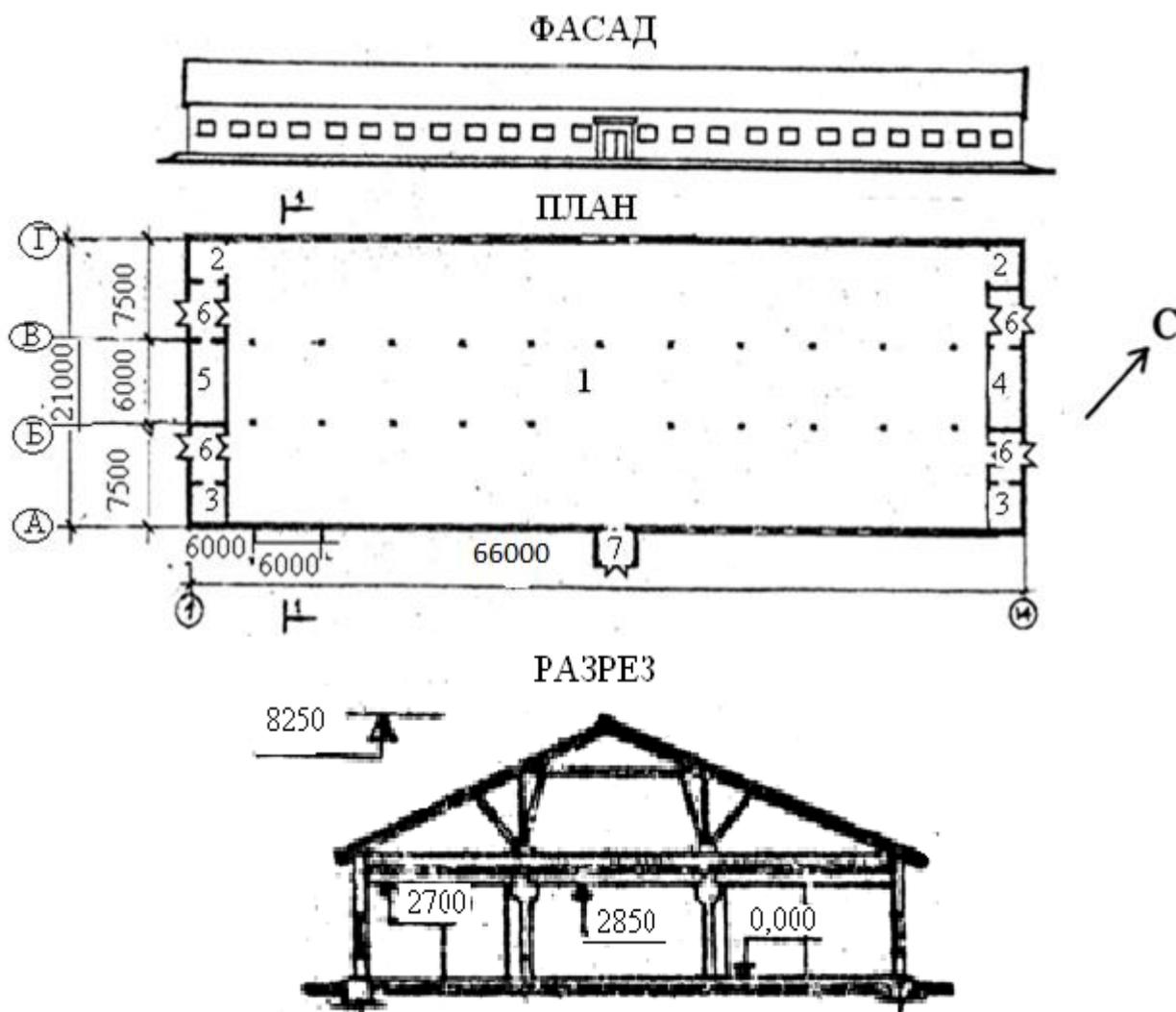
№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Стойловое помещение	2875
3	Веткамера № 1	12,6
4	Веткамера № 2	12,6
5	Тамбуры	32,6

Помещение предназначено для содержания коров с уровнем лактации 15л/сут.

Содержание – привязное в стойлах. Живая масса 400 кг.

## Вариант № 13

### Коровник на 104 коровы



#### Экспликация помещений

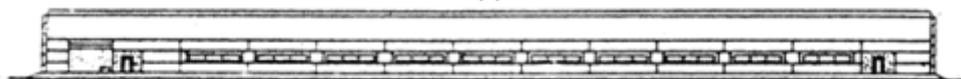
№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Стойловое помещение	976,6
2	Инвентарные	14,9
3	Фуражные	14,9
4	Веткамера № 1	17,8
5	Веткамера № 2	17,8
6	Тамбуры	55,8

Помещение предназначено для содержания молодняка крупного рогатого скота. Содержание - в групповых клетках. Живая масса 250 кг.

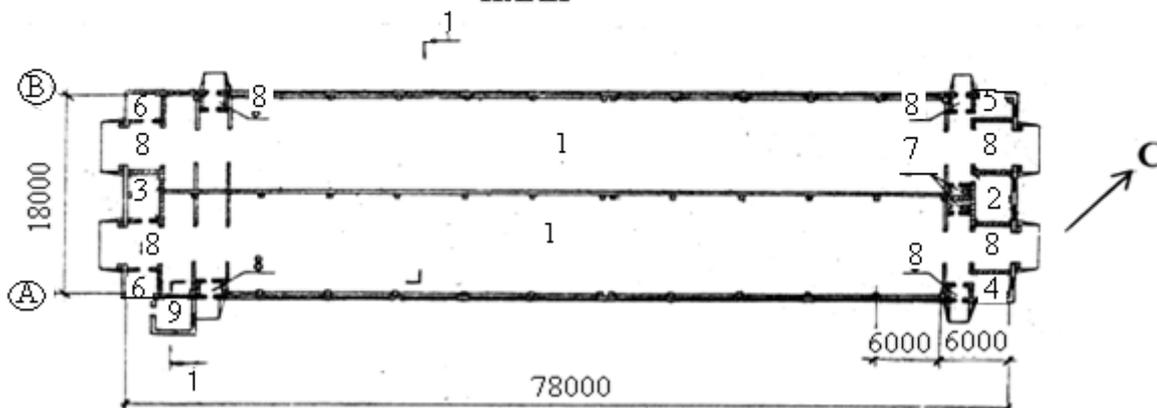
## Вариант № 14

### Коровник на 500 коров

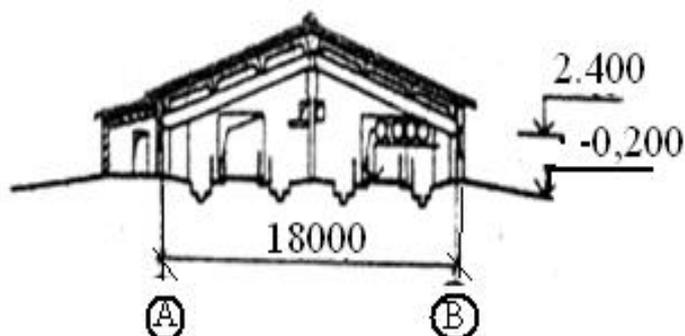
ФАСАД



ПЛАН



РАЗРЕЗ I-I



Экспликация помещений

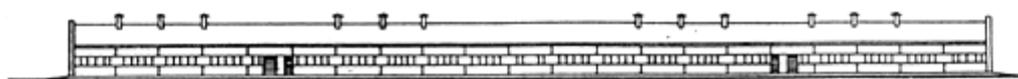
№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Помещение для быков-производителей	1100
2	Веткамера № 1	16
3	Веткамера № 2	14
4	Службная	8
5	Моечная	8
6	Фуражные	14
7	Санузел	5
8	Тамбуры	59
9	Помещение навозоудаления	8

Помещение предназначено для содержания быков-производителей. Содержание - в групповых клетках. Живая масса 800 кг.

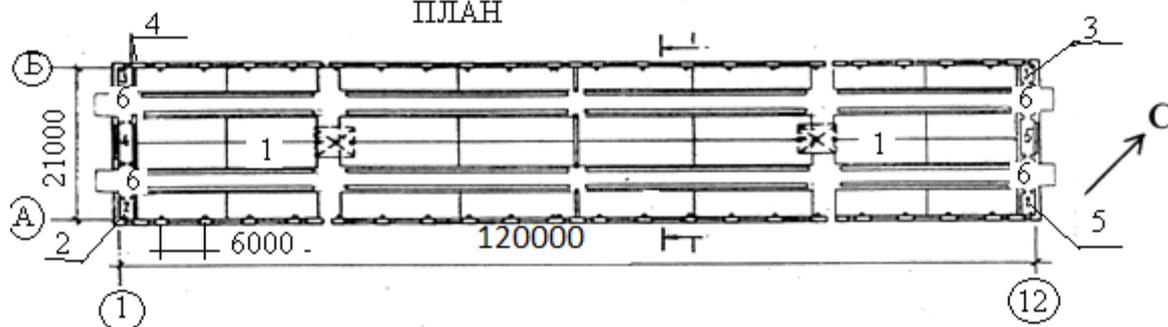
## Вариант № 15

### Коровник на 450 голов

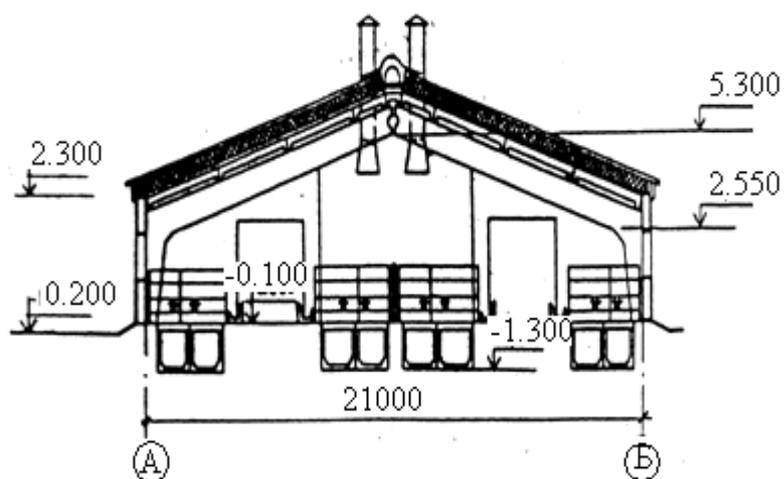
ФАСАД



ПЛАН



РАЗРЕЗ I-I



Экспликация помещений

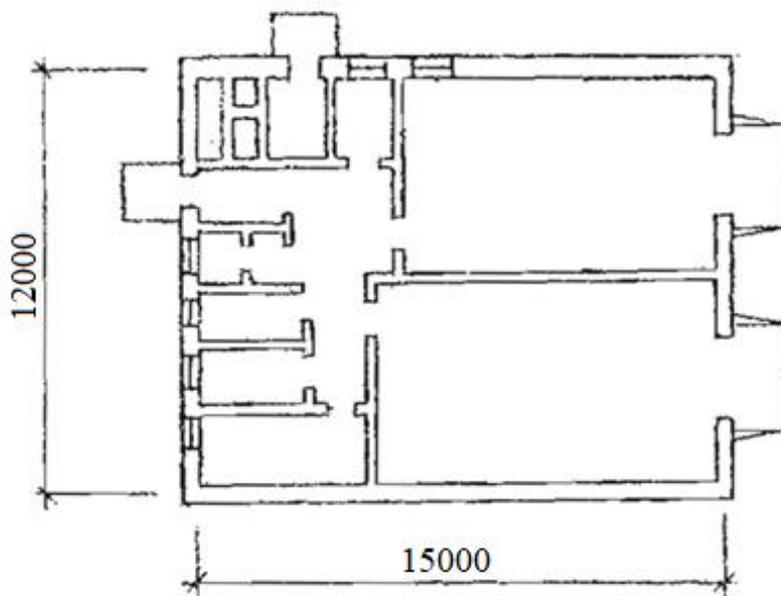
№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Помещение для молодняка	2100
2	Электрощитовые	12
3	Помещение для инвенторя	12
4	Веткамера № 1	12,8
5	Веткамера № 2	12,8
6	Тамбуры	29,6

Помещение предназначено для откорма крупного рогатого скота. Содержание - в групповых клетках. Живая масса 350 кг.

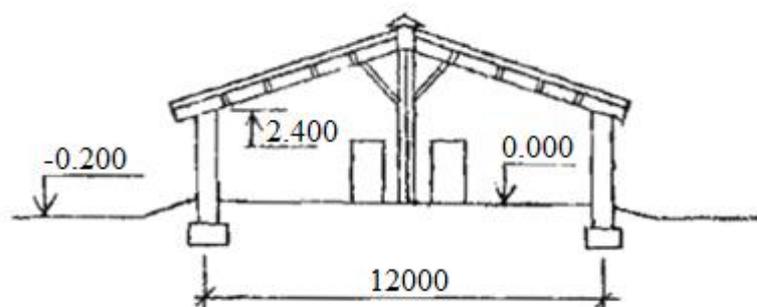
## Вариант 16

### Птичник на 250 кур-несушек

План



РАЗРЕЗ

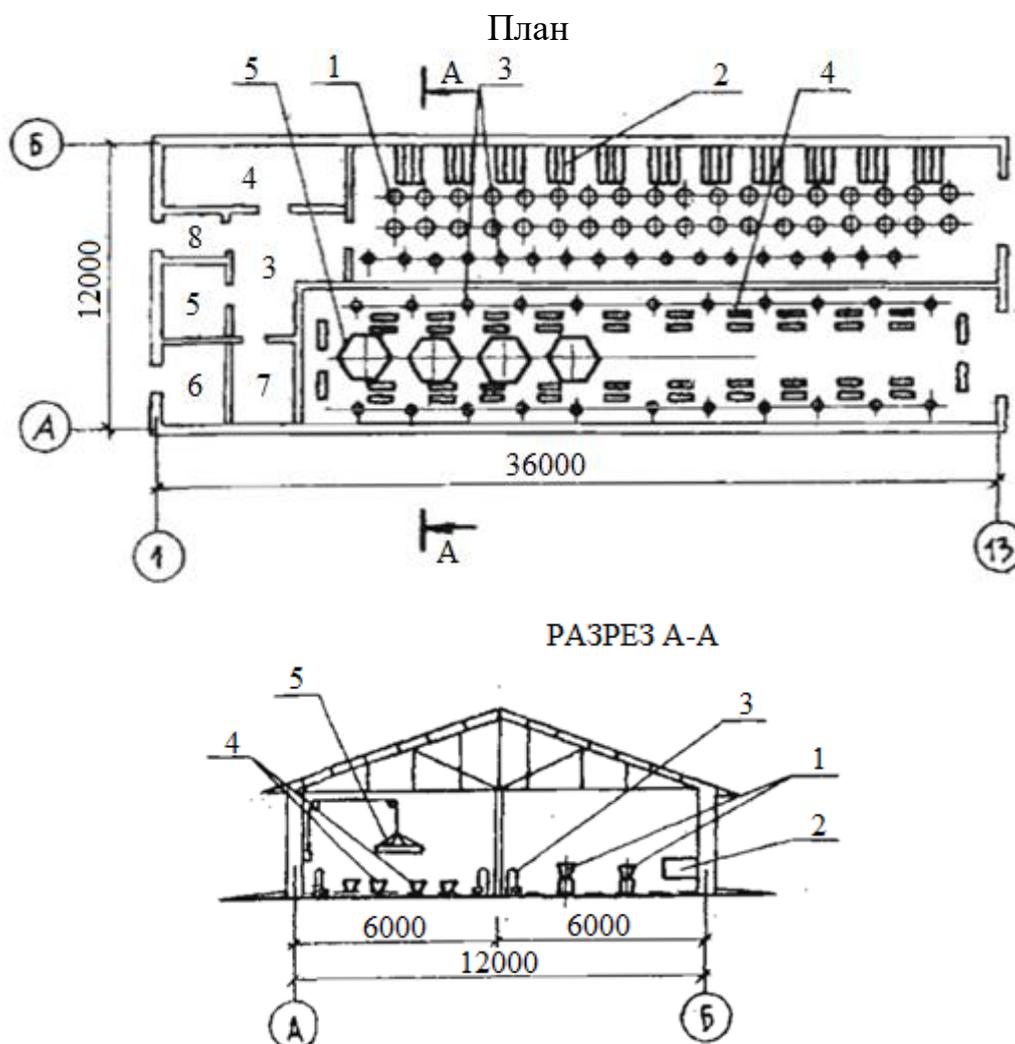


#### Экспликация помещений

№	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Помещение для рем. молодняка	59,5
2	Помещение для взрослой птицы	52,7
3	Подсобное помещение	18,2
4	Служебная	12,5
5	Уборная	2,5
6	Помещение для подстилки	6
7	Помещение для корма	6
8	Венткамера	12
9	Помещение для дезрастворов и ветаптека	6
10	Тамбур	4,6

## Вариант 17

### Птичник на 700 кур-несушек с помещением для ремонтного молодняка на 1960 голов



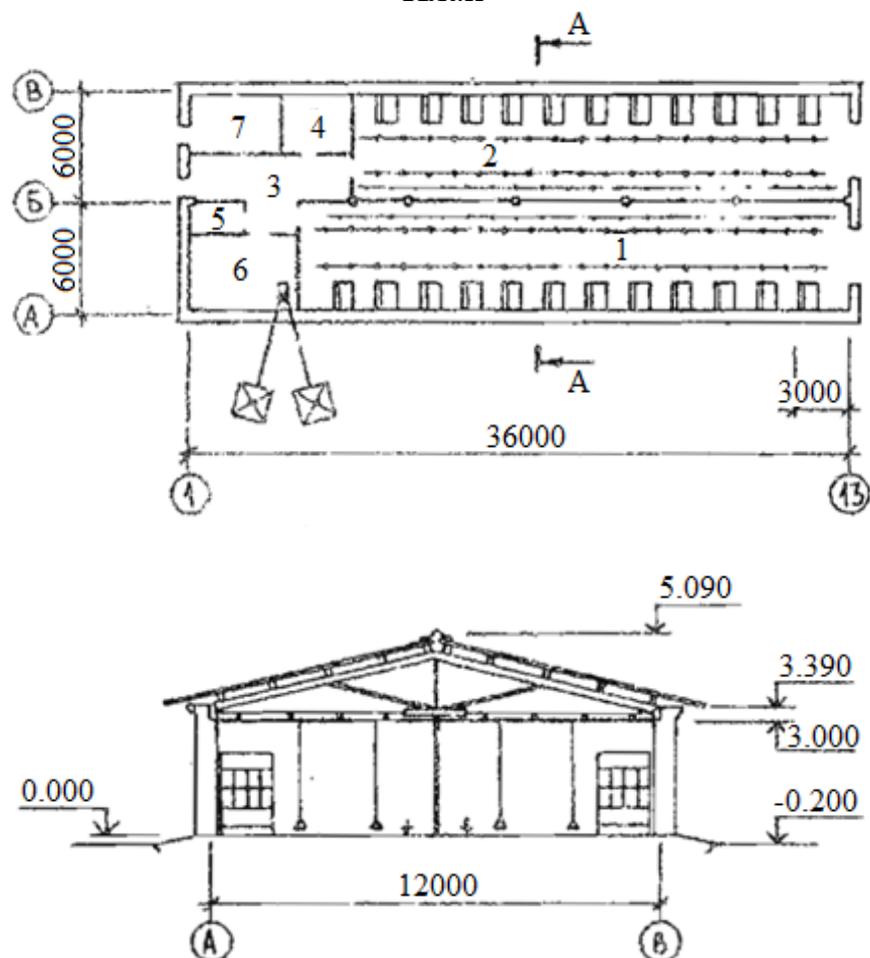
#### Экспликация помещений

№	Наименование помещений	Количество	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Помещение для ремонтного молодняка	1	171,4
2	Помещение для взрослой птицы	1	154,2
3	Подсобное помещение	1	22,7
4	Помещение для корма	1	25,6
5	Помещение для подстилки	1	8,7
6	Венткамера	1	12,2
7	Ветаптека	1	10,7
8	Тамбур	1	3,5

## Вариант 18

### Птичник на 1470 кур-несушек

План



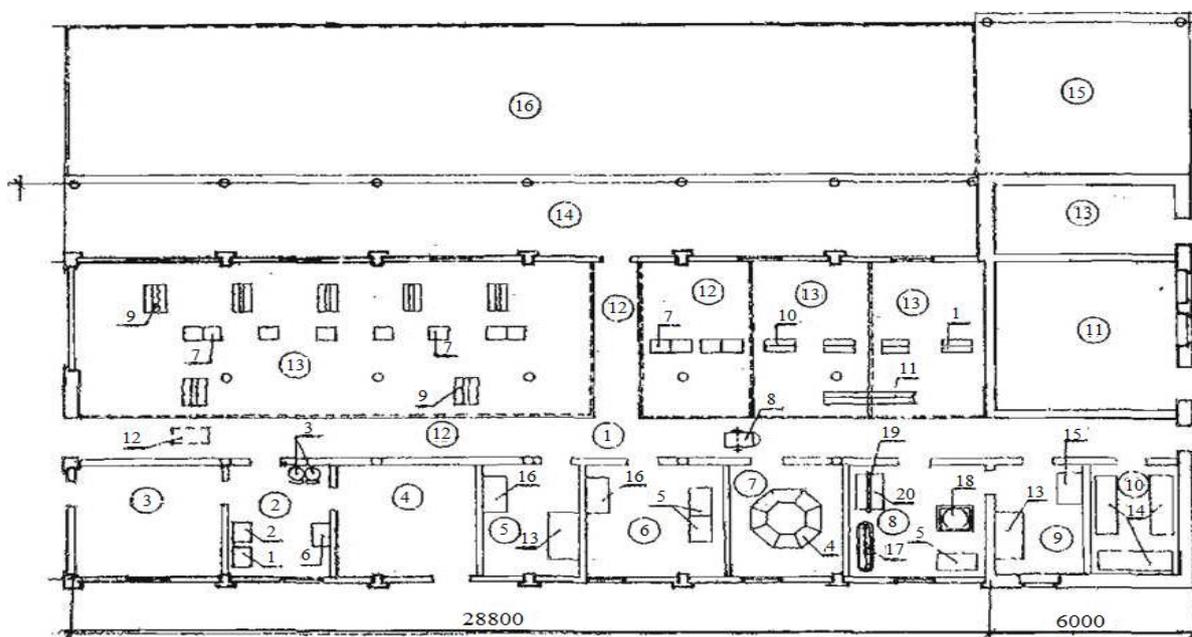
#### Экспликация помещений

№	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Помещение на 770 кур-несушек	171,0
2	Помещение на 700 кур-несушек	154,2
3	Коридор	29,4
4	Комната обслуж. персонала	11,4
5	Помещение для инвентаря	5,7
6	Помещение для корма	23,35
7	Электрощитовая	14,2

## Вариант 19

### Здание на 100 гусынь с блоком подсобно-вспомогательных помещений

#### План



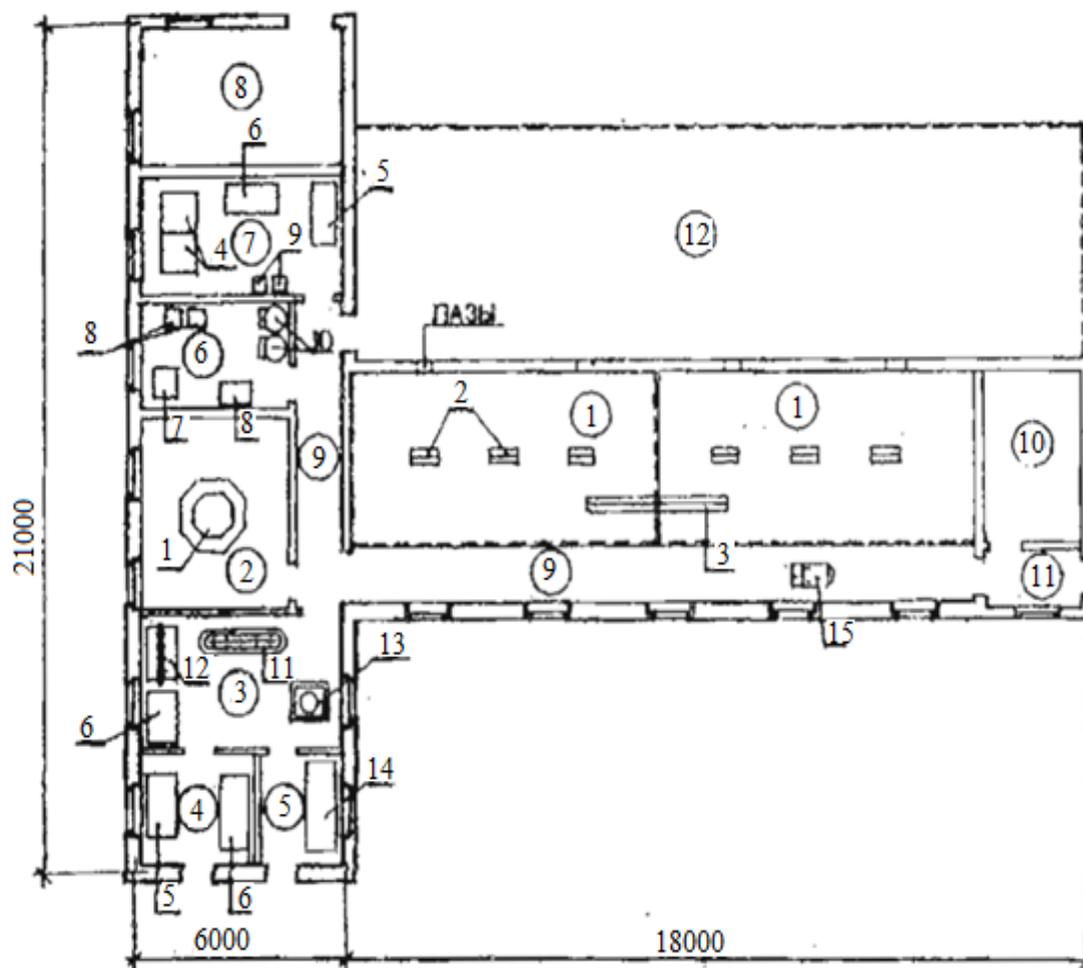
#### Экспликация помещений

№	Наименование	Площадь м <sup>2</sup>
1	Помещение для содержания птицы, в том числе:	166,59
1.1	секция для взрослых гусей	93,66
1.2	секция для ремонтного молодняка	28,39
1.3	секция для откорма	36,54
2	Кормоприготовительная	13,03
3	Корнеклубнеплодохранилище	20,57
4	Помещение для хранения зерна	16,49
5	Яйцесклад	12,50
6	Инкубаторий	18,66
7	Помещение для гусят до 3...4 недельного возраста	17,27
8	Помещение убоя	23,05
9	Помещение хранения тушек	12,24
10	Помещение хранения пера	11,67
11	Котельная	33,00
12	Технологический коридор	59,08
13	Подсобное помещение	14,75
14	Навес для птицы	86,40
15	Навес для кормов и подстилки	42,00
16	Солярия	201,60

## Вариант 20

### Здание для откорма 2000 гусят-бройлеров в год с блоком подсобно-вспомогательных помещений

План

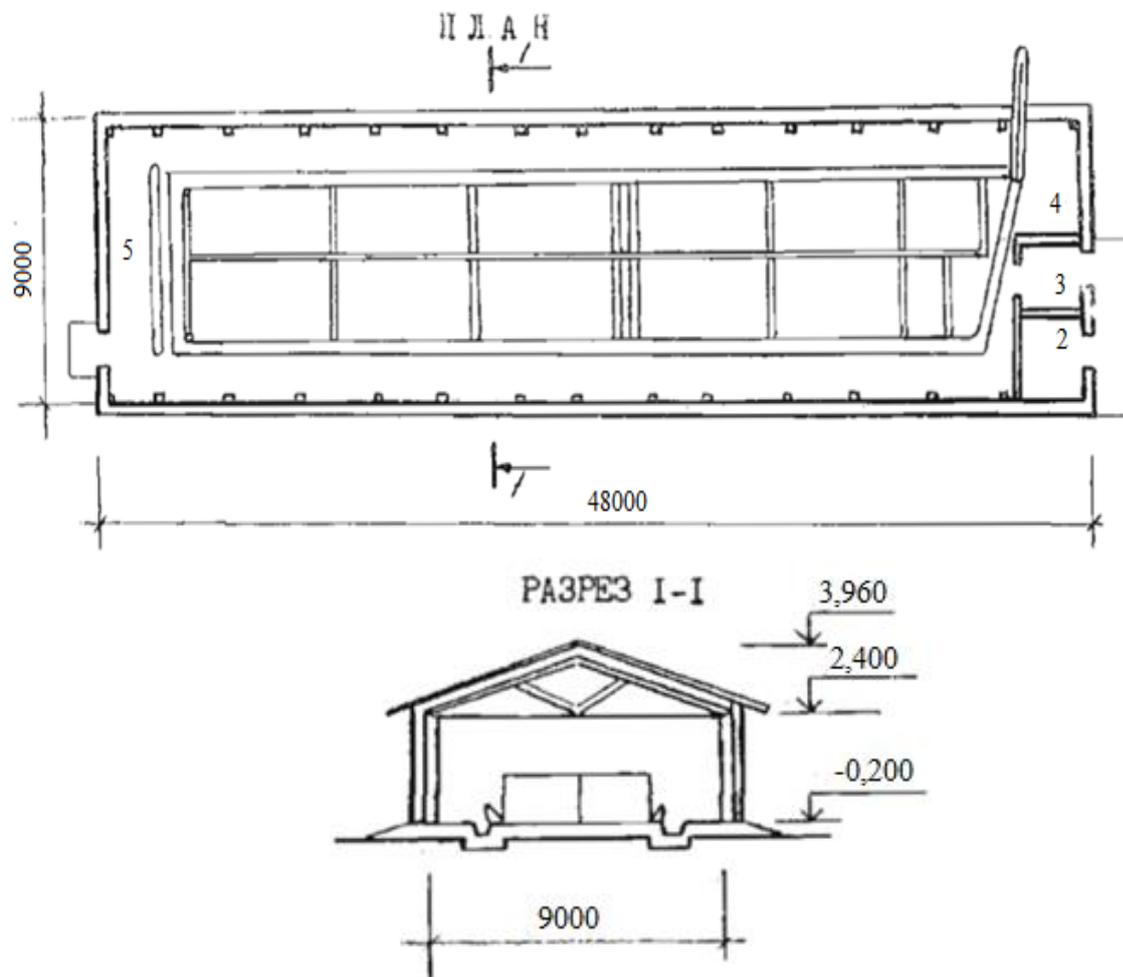


#### Экспликация помещений

№	Наименование	Площадь м <sup>2</sup>
1	Секция для откорма гусят-бройлеров	83,0
2	Помещение для гусят до 3...4 недельного возраста	21,6
3	Помещение убоя	20,4
4	Помещение хранения тушек	9,7
5	Помещение хранения пера	7,4
6	Кормоприготовительная	12,1
7	Инкубаторий	18,6
8	Котельная	22,5
9	Технологический коридор	35,2
10	Помещение для временного хранения кормов	13,5
11	Тамбур	4,2
12	Солярия	125,0

## Вариант 21

### Свинарник-откормочник на 200 мест



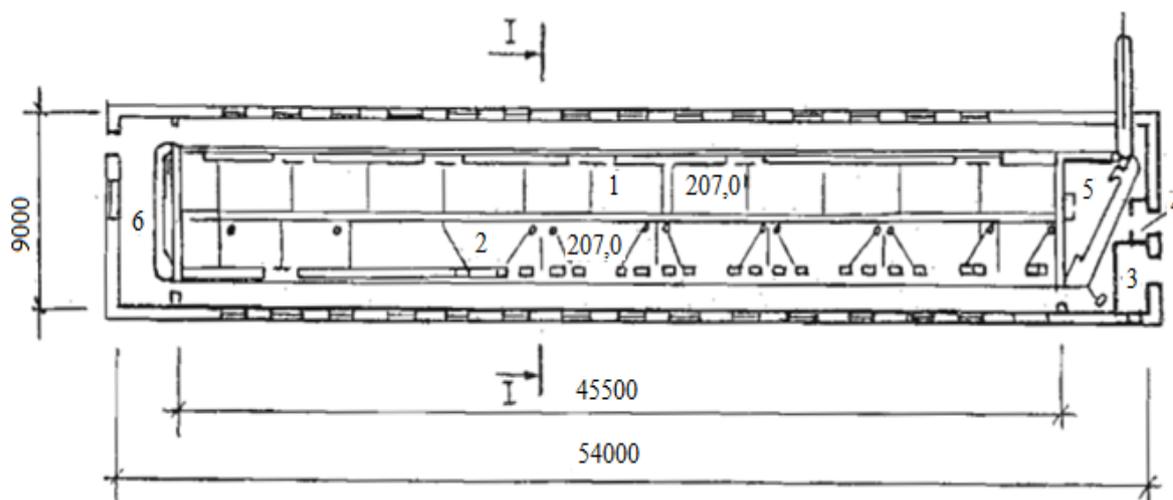
#### Экспликация помещений

№	Наименование	Площадь м <sup>2</sup>
1	Помещение для содержания свиней	337,2
2	Помещение для вынужденного убоя	7,5
3	Тамбур	7,5
4	Площадка для привода и инвенторя	7,5
5	Кормоприготовительная	27,0

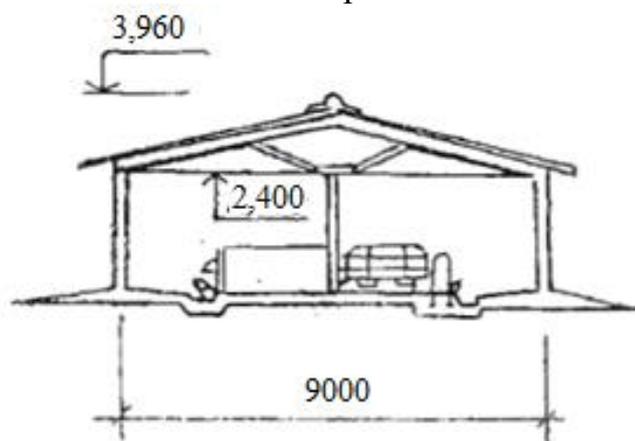
## Вариант 22

### Свинарник-репродуктор для производства 650 поросят в год

План



Разрез 1-1



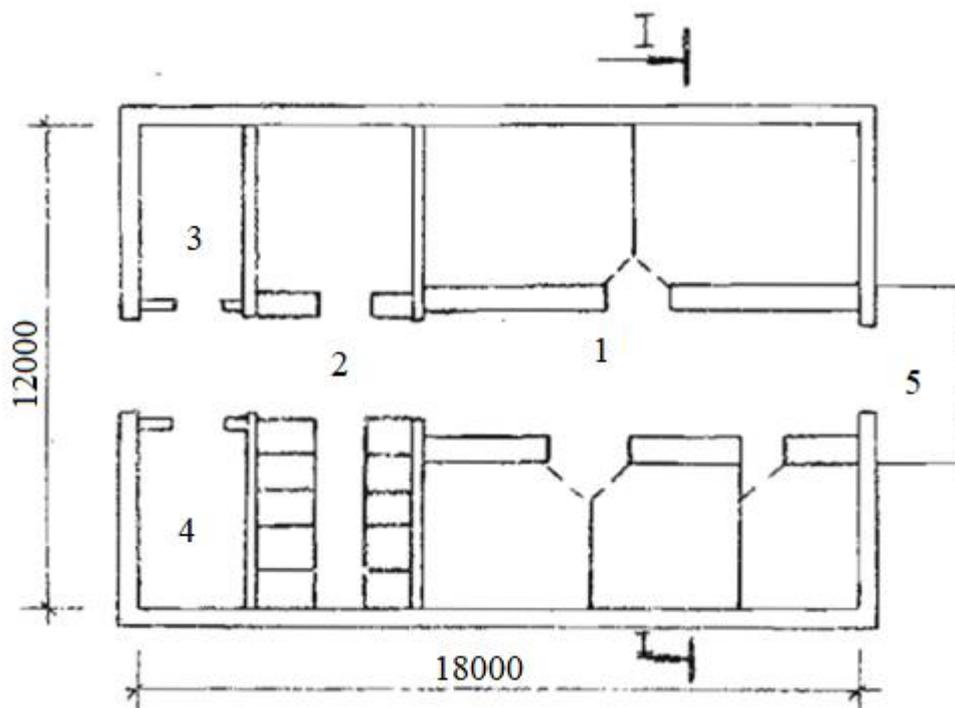
#### Экспликация помещений

№	Наименование	Площадь м <sup>2</sup>
1	Помещение для воспроизводства	207
2	Помещение для проведения опоросов	207
3	Помещение для вынужденного убоя	12
4	Тамбур	12
5	Помещение для привода, взвешивания, инвенторя	12
6	Кормокухня	18

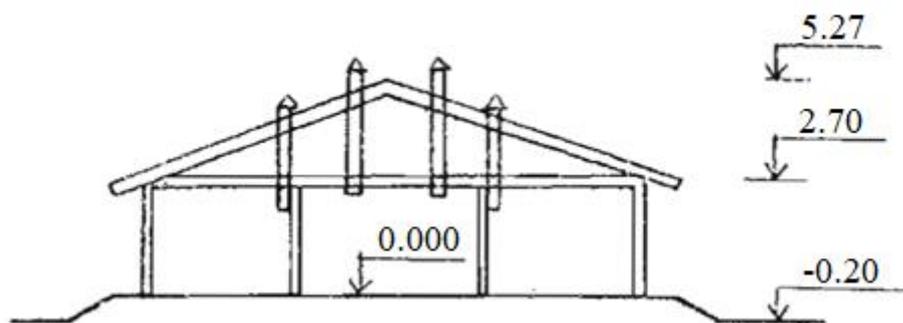
## Вариант 23

### Здание на 50 овцематок

План



РАЗРЕЗ 1-1

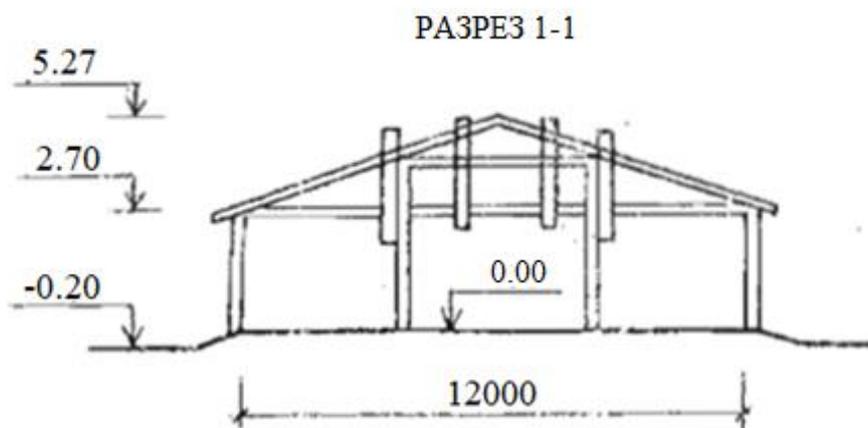
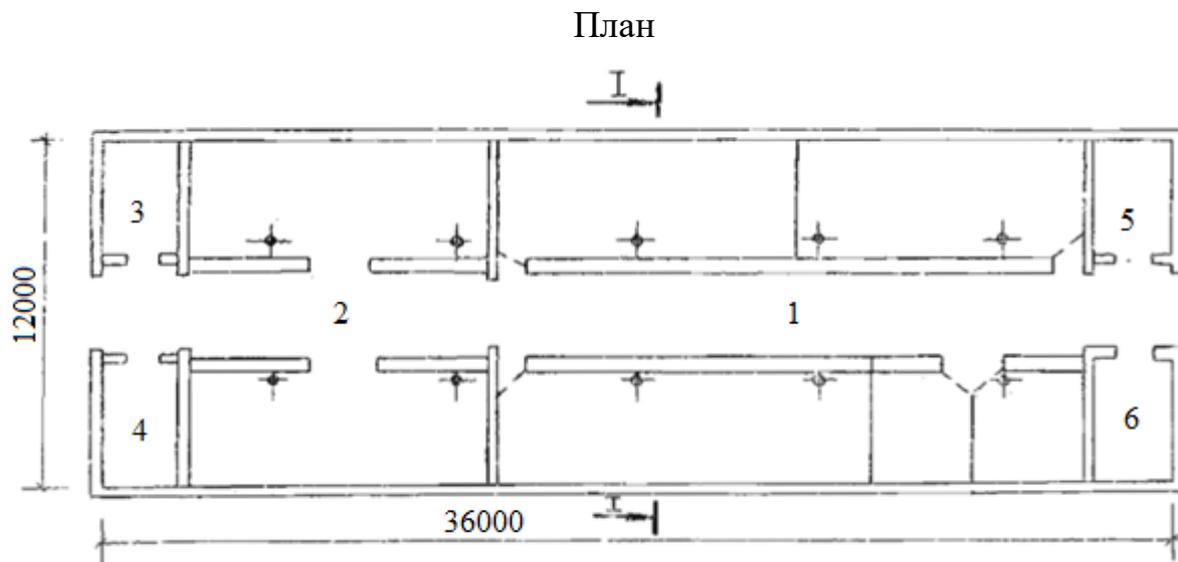


#### Экспликация помещений

№	Наименование помещений	Количество	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Помещение для содержания овец	1	126,0
2	Тепляк	1	54,0
3	Помещение для концкормов	1	10,8
4	Подсобное помещение	1	10,8
5	Тамбур	1	6,0

## Вариант 24

### Здание на 100 овцематок

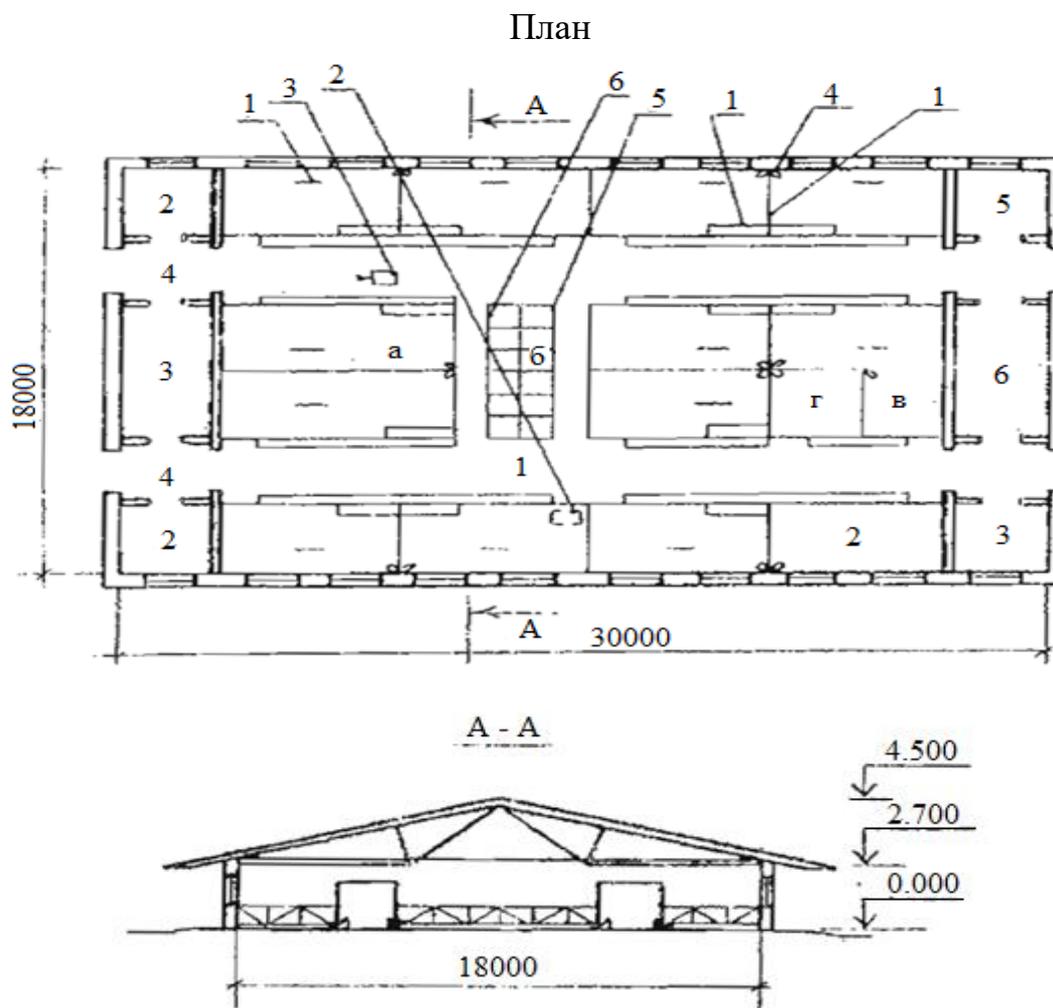


#### Экспликация помещений

№	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Помещение содержания овец	282,0
1.1	Секция овцематок с ягнятами	
1.2	Секция ремонтных ярок	
1.3	Секция откормочного молодняка	
1.4	Секция баранов-производителей	
2	Тепляк	81,60
3	Помещение для конькормов	12,60
4	Подсобное помещение	12,60
5	Тамбур (2шт.)	17,75

## Вариант 25

### Овчарня на 125 маток



#### Экспликация помещений

№	Наименование и марка	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Помещение для содержания и ягнения маток	444
а	6 секций для маток от 16 до 25 голов; в этих же секциях, разделенных перегородками, содержат маток после окота с 5 до 45 дневного возраста	225 30
б	Секция для содержания маток после окота до 3-5 дневного возраста на 12 мест	9 27
в	Секция для баранов-производителей на 5 голов	18
г	Секции для ремонтного молодняка на 30 голов	27
2	Фуражная	36
3	Инвентарная	9
4	Тамбур	18
5	Помещение дежурного персонала	
6	Помещение для подстилки	

## Список литературы

1 Амерханов Р.А., Богдан А.В., Вербицкая С.В., Гарькавый К.А. Проектирование систем энергообеспечения: учебник для студентов вузов по направлению «Агроинженерия» / Под ред. Р.А. Амерханова. – 2е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2010. – 548 с.

2 НТП - АПК 1.10.01.001-00 Нормы технологического проектирования ферм крупного рогатого скота молочных и комбинированных пород;

3 НТП-АПК 1.10.05.001-01 - Нормы технологического проектирования птицеводческих предприятий;

4 НТП-АПК 1.10.02.001-00 Нормы технологического проектирования свиноводческих ферм крестьянских хозяйств;

5 НТП-АПК 1.10.03.001-00 Нормы технологического проектирования овцеводческих предприятий.

6 Нормы технологического проектирования ферм крупного рогатого скота крестьянских хозяйств ОНТП-1-99

7 Строительная климатология и геофизика СНИП РК 2.04-01-2010.

8 Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и сооружения. СНИП II-99-77, СНИП РК 3.02-11-2010

9 Строительная теплотехника. СНИП II-3-79, СНИП РК 2.04-03-2002.

Дополнительная

1 Ефимова О.Н. Проектирование систем энергообеспечения. Методические указания и задания к курсовому проекту для студентов специальности 5В081200 - Энергообеспечение сельского хозяйства. – Алматы: АУЭС, 2013. – 50 с.

2 Рекомендации по расчету, проектированию и применению систем электротеплоснабжения животноводческих ферм и комплексов. - М.: «ВИЭСХ», 2002.

3 РД-АПК 3.10.07.02-14 Методическое пособие по ветеринарной экспертизе проектов животноводческих объектов.

4 Рекомендации по теплотехническому расчету зданий с ненормируемыми параметрами микроклимата для содержания крупного рогатого скота.

5 «Методические рекомендации по проектированию систем отопления и вентиляции для свиноводческих ферм и комплексов», ФГНУ «Росинформа-гротех» 2009, 69 с.

6 РД-АПК 1.10.05.04-13 – Методические рекомендации по технологическому проектированию птицеводческих предприятий.

7 Проектирование предприятий сельского хозяйства. Нормативные документы. <https://www.normacs.ru/Doclist/folder/10637.html>

8 Мишуров Н.П., Кузьмина Т.Н. Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях.-Научный аналитический обзор.-Москва, 2004.

Ольга Николаевна Ефимова  
Ольга Петровна Живаева

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Методические указания и задания по выполнению курсовой работы  
по образовательной программе " 6В08501 - Энергообеспечение сельского  
хозяйства"

Редактор  
Специалист по стандартизации: Данько Е.Т.

Подписано в печать \_\_\_\_\_  
Тираж 50 экз.  
Объем 4.25 уч.-изд.л.

Формат 60x84 1/16  
Бумага типографская №1  
Заказ \_\_\_\_\_. Цена 2150 тг.

Копировально-множительное бюро  
некоммерческого акционерного общества  
«Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева»  
050013, Алматы, ул. Байтурсынова, 126/1050013