

## АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ МОЛОЧНОГО СКОТА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

Зиганшин Б.Г., Шайдуллин Р.Р., Валиев А.Р., Москвичева А.Б.,  
Томас Хайденрайх, Ситдииков Ф.Ф.

**Реферат.** В статье приводится анализ и обобщение технических решений при реконструкции существующих и строительстве современных животноводческих комплексов у нас в стране и за рубежом, которые учитывают биологические и физиологические особенности молочного скота и направлены на создание им комфортных условий содержания. При беспривязно-боксовом содержании в первую очередь оптимизируют такие элементы, как: индивидуальные боксы, полы, кормовой стол, микроклимат коровника. Создание достаточно комфортных условий содержания молочного скота, на основе их биологических особенностей и потребностей, способствует полной реализации генетического потенциала молочной продуктивности коров, без ущерба здоровью, повышению производительности труда и снижению затрат.

**Введение.** В настоящее время, чтобы увеличить производство и качество продукции и снизить ее себестоимость, нужно внедрить современные технологии.

При использовании наукоемких ресурсосберегающих технологий производства животноводческой продукции можно в сжатые сроки восполнить дефицит продуктов питания животного происхождения. Повышение эффективности и конкурентоспособности продукции животноводства путем внедрения ресурсосберегающих технологий, включающих систему селекционных и организационных мер, направленных на создание оптимальных условий для реализации генетического потенциала животных [1-3].

Современные высокотехнологизированные технологии в скотоводстве должны учитывать два основополагающих принципа: во-первых, это максимальный учет биологических особенностей животных, создание им достаточно комфортных условий для полного проявления потенциала молочной продуктивности; во-вторых, повышение производительности труда, обеспечение благоприятных условий работы для обслуживающего персонала [4, 5].

Для выполнения поставленных задач наиболее подходящее это строительство современных ферм с высокотехнологическим оборудованием, с учетом всех санитарно-гигиенических, технологических, биологических, физиологических и экологических требований. А также реконструкция и модернизация существующих животноводческих помещений.

**Анализ и обсуждение результатов исследования.** На сегодняшний день существует два способа содержания крупного рогатого скота – привязной и беспривязной. При реконструкции имеющихся коровников в первую очередь изменяют способ содержания. Привязной способ является менее совершенный и не предоставляет полного комфорта коровам.

Это связано с такими элементами коровника, как:

- высокие кормушки;
- низкие потолки;
- много столбов;
- кормушки в форме жёлоба;
- навозоудаление с помощью скребкового транспортёра;
- навозный канал возможен с чугунными решетками;
- мало света в помещении.

Для улучшения комфорта коров при привязном содержании оптимизируют следующие элементы:

- Регулируемая привязь для удобства;
- Создание мягкой подстилки из соломы в стойле;
- Применение резиновых мат для индивидуальных стоек;
- Регулируемый ограничительный брус кормушки из резины с максимальной высотой 42 см;
- Улучшение микроклимата в коровнике за счет открывающихся окон;
- Хорошее освещение;
- Создание выгульных площадок с твёрдой поверхностью площадью минимум 3 м<sup>2</sup>/голова
- Отёл коров проводят в индивидуальных боксах для отёла с площадью более 12 м<sup>2</sup>
- В навозных каналах применение обрезиненных щелевых полов (решётка).

В связи с тем, что беспривязной способ содержания наиболее приемлем для скота, возможен постепенный переход на данный способ в два этапа [6].

Первый этап:

- Применение легко съёмных и закрываемых привязей (надголовный ограничитель);
- Пристройка молочного блока.

Второй этап:

- Перепланировка коровников с привязным содержанием в беспривязное содержание с боксами для отдыха и регулируемым ограни-

чительным брусом кормушек;

- Замена скребкового транспортёра на мобильную или скреперную систему навозоудаления;

- Пристройка выгульных площадок для активного моциона.

При строительстве нового современного коровника придерживаются основных требований технологии:

- создание чётких функциональных зон;

- прямые проходы обслуживания, короткие пути, без препятствий для персонала;

- никаких изменений процессов в проходах обслуживания;

- кормовой стол и проходы не формируют как вспомогательный коридор;

- обеспечение способности к расширению помещения на перспективу минимум на 100%;

- возможность создания групп по продуктивности (рацион состоит из кормовой смеси);

- предусмотреть возможность селекции;

- оборудовать отдельное место для лечения;

- не должны быть в коровнике боксы для отёла, для больных животных, телят до 6 месяцев.

Для современного коровника имеет место принцип: «коровник является местом содер-

жания коров, а не человека», т.е. корова должна себя чувствовать хорошо и комфортно. Следовательно, для оптимизации условий содержания молочного скота и в требованиях при строительстве современных коровников с беспривязно-боксовом содержанием необходимо учитывать некоторые элементы технологии.

**Комплектование групп.** При беспривязном способе содержания создают в секциях группы коров в зависимости от их продуктивности (табл. 1). Этим самым обеспечивается полноценное кормление животных.

**Боксы для отдыха.** Индивидуальные боксы для отдыха коров дают возможность животному осуществлять необходимые движения. Корова принимает прямолинейное положение, следовательно, и бокс, и корова содержатся в чистоте. При лежании корова лежит в боксе, у нее достаточно места, чтобы вытянуть ноги удобнее для себя. При выборе форм боксов для отдыха коров обращают внимание на их преимущества и недостатки (табл. 2).

Также можно руководствоваться годовыми затратами на обслуживание различных боксов (табл. 3).

Мягкий пол в боксе наряду с другими факторами оказывает влияние на продуктивность

Таблица 1 – Группы коров в зависимости от продуктивности (по данным Министерства продовольствия и сельского хозяйства Германии [7])

Уровень удоя, кг	Группы по продуктивности				Сухостойные группы
	1	2	3	4	
	<i>МДж ЧЭЛ на кг сухой массы кормовой смеси</i>				
6000	6,5	6,2	6,0	5,8	5,5
7000	6,9	6,4	6,1	-	5,6
8000	7,1	6,5	6,1	-	5,6
9000	7,2	6,6	-	-	5,7
10000	7,3	6,7	-	-	5,7

Таблица 2 – Преимущества и недостатки различных форм боксов для отдыха

	Высокие боксы	Боксы с глубокой подстилкой
Преимущества	- лучшая гигиена - лёгок к очищению - наименьшая загрязнённость - используются в основном летом	- высокий комфорт при отдыхе - низкая нагрузка на суставы - нет повреждений кожи - чистота вымени относительная - используются в течении 3/4 года
Недостатки	- плохой комфорт при отдыхе - повреждения кожи - относительно высокая нагрузка на суставы	- высокие затраты на рабочее время - плохая гигиена - нагревание летом

Таблица 3 – Годовые издержки при обслуживании различных форм боксов для отдыха (€)

Высокие боксы	Боксы с глубокой подстилкой		
Коврики для отдыха (170 €/место животного; эксплуатация 8 лет)	21,25	Солома (260 кг/корову и прочее; 3,00 €/ц)	7,80
Соломенная резка (40 кг/год; 0,18 €/кг) или опилки (0,53 м³/год; 8,00 €/м³)	7,20	Известь (260 кг/корову и прочее; 3,50 €/ц)	9,10
	4,25	Погрузка и перемешивание (10 мин. раб. сил/корову)	2
Разбрасывание соломы (20 минут раб. сил/корову; 12 €/раб. силы в час)	4	Разбрасывание соломы (10 мин. раб. сил/корову)	2
Уход за боксом для отдыха (60-90 мин. раб. сил/корову)	18	Уход за боксом для отдыха (245 мин. раб. сил/корову)	49
Сумма	50,45	Сумма	69,9

коров. Чтобы боксы для отдыха были мягкими, теплыми и нескользкими используют в высоких боксах мягкие матрасы. На них коровам мягко, уютно, тепло, особенно для колен и использование подстилочного материала (солома или опилки) сведено до минимума. И поэтому животные отдыхают в комфорте, и могут лежать в любом положении и вытягивать поудобнее ноги. Это увеличивает частоту периода отдыха до 12-14 часов.

*Отделка полов.* Применяют на полу в проходах коровника такие материалы, как:

1. Бетон:  
шероховато затёртый  
штрихованный  
ромбовидный рисунок
2. Плиты с бетонным профилем
3. Литой асфальт
4. Резиновые полы:  
ровно закреплённые полы  
решётчатые полы

Особо следует отметить, что резиновые покрытия или коврики полов оказывают оздоровительное воздействие на копыта, обеспечивают снижение заболевания копыт и обладают повышенной защитой от проскальзывания. При движении коров поверхность ковриков прогибается, обеспечивая равномерное распределение нагрузки на всю поверхность копыта, и гасится импульс, возникающий под воздействием веса животного при движении. Поэтому животные передвигаются без боли и боязни, т.е. уверенно и естественно, как и в естественных условиях на пастбище. На твердом жестком покрытии ударный импульс возвращается в тело животного и может стать причиной травмирования копыт.

Резиновые покрытия обеспечивают регенерацию копытного рога, частота заболеваний значительно снижается и это доказано научными исследованиями.

*Кормовой стол.* Корова при поедании корма с кормового стола снизу грудью упирается в край стола, а сверху шеи в кормовое ограждение. При неправильных параметрах кормового стола животному приходится или слишком вытягивать шею, чтобы достать корм, или упираться в верхнее ограждение, что приводит к натиранию шеи и области холки. Поэтому высота кормового стола должна быть 15-20 см, а её ширина – 70,0-74,5 см.

*Движение воздуха.* Для нормальной жизнедеятельности животных необходим постоянный приток чистого воздуха. Количество поступающего воздуха меняется в зависимости от времени года (табл. 4).

Летом воздух в животноводческом помещении должен меняться от 40 до 60 раз. Скорость воздуха – 2-3 м/сек. Зимой наиболее благоприятно при скорости 0,1-0,15 м/сек., при более высоком значении расценивается как опасный сквозной ветер.

Для поступления свежего воздуха необходимы открытые оконные проемы для проветривания. Размеры проемов должны быть такими, чтобы поступающий в коровник в жаркий период лета поток воздуха слегка обдувал корову. Этим предотвращается дополнительный тепловой стресс. При расчете площади оконных проемов исходят из количества и продуктивности животных и ориентируются примерно 0,45 м<sup>2</sup>/услов. гол.

Удаление загрязненного воздуха из коровника так же необходимо, как и подача приточного воздуха. Должно поступать ровно столько воздуха, сколько из помещения удаляется. Применением эффективной вентиляции достигается непрерывное удаление из помещения паров воды, СО<sub>2</sub> и других вредных газов. Лишь в коровнике, в котором почти нет вредных газов, возможно получить высокую продуктивность.

Вытяжная вентиляция в летнее время происходит в основном за счет поперечного вентилирования. При этом наибольший объем загрязненного воздуха удаляется через открытую стену с подветренной стороны здания.

Теплый воздух, который собирается в верхней части помещения выше карниза в области стропил, удаляется через конек.

Осенью, зимой и весной, когда боковые стены закрыты, удаление большей части воздуха производится через конек. Требуемая площадь проемов составляет 0,15 м<sup>2</sup>/гол., однако решающую роль при этом играет их форма. Поэтому лучшей считается коньковая приточно-вытяжная система вентиляции.

Вместо вытяжных коньков можно использовать вытяжные шахты. На их работу не влияет направление ветра. Через шахты из коровника вытягивается теплый влажный воздух, а через проемы в боковых стенах поступает свежий воздух.

*Температура воздуха.* В последнее время стали использовать открытые фронтальные коровники. Такие особенности современных помещений, как широкие боковые проемы стен, большая высота здания, достаточный наклон крыши и хорошая изоляция кровельного покрытия позволяют избежать высокой температуры здания помещения и являются хорошими факторами для предотвращения

Таблица 4 – Количество поступающего воздуха в коровник, м<sup>3</sup>/час  
(по данным компании HL HAMBURGER LEISTUNGSFUTTER GmbH [11])

Группа скота	Количество поступающего воздуха/услов.гол.	
	зимой	летом
Дойные коровы	100	400
Животные на откорме	125	500

Таблица 5 – Индекс животное – температура - влажность воздуха

Окруж. воздух		Относительная влажность (%)					
Темп. F	Темп. C	20	30	40	50	60	70
100	37.8	26	29	30	31	33	34
98	36.7	26	28	29	31	32	33
96	35.6	26	27	28	30	31	32
94	34.4	26	27	28	29	31	32
92	33.3	25	26	27	28	29	30
90	32.2	25	26	26	27	28	29
88	31.1	24	24	26	27	27	28
86	30	23	24	25	26	27	27
84	28.9	22	23	24	25	26	27
82	27.8	22	23	23	24	25	26
80	26.7	21	22	23	23	24	24
78	25.6	20	21	22	23	23	24
76	24.4	19	21	21	22	22	23
<b>Индекс ощущения для скота (°C)</b>		<b>Нормальный &lt;23</b>	<b>Тревожный 24-25,5</b>	<b>Опасный 26-28</b>	<b>Крайне опасный &gt;29</b>		

Таблица 6 – Относительная эффективность различного количества расположения вентиляторов ( по данным Brouck [9])

Расположение вентиляторов	Место расположение	Количество вентиляторов в группе		
		1	2	3
Над боксами для отдыха	ряды вентиляторов	2	1	2
Над кормовым столом	ряды вентиляторов	0	1	1
Вентиляторов всего	кол-во	16	16	24
Молочная продуктивность	кг/корову	42,6	44,8	43,8
Потребление СВ	кг/корову	25,2	25,2	25,5

Таблица 7 – Эффект охлаждения воздуха за счет использования холода и испарения (по данным Министерства продовольствия и сельского хозяйства Германии [10])

Температура в °C	25		30		35	
относит. влажность %	50	70	50	70	50	70
скорость воздуха м/с	Эффект охлаждения					
0,00	0,00	-1,60	0,00	-2,20	0,00	-3,30
0,50	1,10	-0,50	2,80	-0,60	2,80	-0,50
1,00	2,80	0,60	5,00	2,20	8,40	4,50
1,50	3,90	1,70	6,60	3,90	10,60	6,20
2,00	6,20	3,90	8,30	5,00	11,70	8,90
2,50	7,30	5,10	9,40	6,10	12,80	10,60

чрезмерного нагревания воздуха внутри коровника. Такая особенность служит, прежде всего, лучшему самочувствию животных, т.к. у коров терпимость к более низким температурам выше, чем к высоким. Оптимальным считается температура от 8 до 12°C. Но главное здесь играет влажность воздуха (табл. 5). Так, при температуре в коровнике более 34,4°C и влажности более 50 % – крайне опасный индекс (более 29) [8]. То есть, чем выше температура и влажность, тем хуже себя чувствуют животные и может привести к тепловому стрессу, снижению аппетита и продуктивности, коровы становятся вялыми.

*Охлаждение воздуха.* При высокой температуре коровам необходимо дополнительное

охлаждение. Такое охлаждение создается с помощью вентиляторов. Их располагаютверху вертикально относительно коров и они перемещают поток воздуха вдоль коровника. Вентиляторы лучше располагать не поодиночке, а группами (блоками) – по 2-4 штуки. Этим самым достигается лучшая эффективность. Расстояние между ними зависит от возможного радиуса действия и мощности вентилятора. Обычно от 12 до 18 м. Легкий наклон на 5-10 градусов способствует хорошему обдуванию коров воздухом. Чем меньше вентиляторов, тем больше должна быть скорость воздуха, чтобы на расстоянии более 10 м можно было ощущать его воздействие.

Как видно из таблицы 6, лучшая эффективность получена при расположении вентиляторов и над боксами для отдыха, и над комовым столом. Это выражается в увеличении продуктивности коров.

Так же для большого охлаждения применяют большие вентиляторы. Создаваемый ими поток воздуха, направляется вертикально вниз, собирается на полу и отклоняется во все стороны. Горизонтальный ветер, образуемый при этом, приносит коровам прохладу. Скорость движения воздуха при этом составляет 1-2,5 м/сек. Чем выше скорость воздуха и температура, тем больше происходит испарение и охлаждение (табл. 7).

**Освещение.** Свет, являясь возбуждающим фактором для многих биохимических процессов живого организма, оказывает влияние на рост, здоровье, плодовитость и продуктивность животных. Важнейшее значение имеют степень освещенности и длительность светового воздействия. Рекомендуемая освещенность 200 люкс в коровнике. Для дойных ко-

ров оптимальная продолжительность освещения – 16 часов, а фаза отдыха – 8 часов. За счет поддержания оптимальной степени и длительности освещения обеспечивается повышение продуктивности в пределах 5-15 % и лучшему ориентированию коров в помещении. Они двигаются увереннее и быстрее.

Освещение помещений должно по возможности осуществляться за счет естественного света. Поэтому при планировании новых и реконструкции старых коровников необходимо обращать внимание на то, чтобы через достаточно большие световые проемы в коньке крыши и боковых стенах во все участки коровника проникало как можно больше естественного света.

**Заключение.** Таким образом, создание достаточно комфортных условий содержания молочного скота способствует полному проявлению потенциала молочной продуктивности, поддержанию здоровья, повышению производительности труда и снижению затрат.

#### Литература

1. Иванов Ю.А. Направления технической модернизации при производстве продукции животноводства / Ю.А. Иванов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2015. – № 1(17) – С. 3-8.
2. Морозов Н.М. Основные положения формирования технической политики механизации и автоматизации животноводства / Н.М. Морозов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2016. – № 1(21) – С. 7-15.
3. Шарафутдинов Г.С. Ресурсосберегающие технологии производства молока / Г.С. Шарафутдинов, Р.Р. Шайдуллин // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационное развитие агропромышленного комплекса». – Казань: КГАУ, 2007. – С. 75-82.
4. Зиганшин Б.Г. Техническое решение для повышения эффективности машинного доения коров Б.Г. Зиганшин, Ю.Х. Шогенов, Р.Р. Лукманов, А.А. Мустафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 1. – С. 77-81.
5. Тяпугин Е.А., Тяпугин С.Е., Углин В.К., Никифоров В.Е. Особенности роботизированной технологии доения высокопродуктивных коров на современных комплексах // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – №2. – С. 57-58.
6. Файзрахманов Д.И. Организация молочного скотоводства на основе технологических инноваций: Учебное пособие / под редак. проф. Д.И. Файзрахманова. - Казань: Изд-во Казанского государственного университета, 2007. – 351 с.
7. Марьин С. Системные решения и оборудование для промышленных предприятий. - ООО «ГЕА Фарм Технолоджиз Рус», 2014.
8. Shtaynhofer. Materialien Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft Deutschlands, 2003
9. Diese Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Deutschland, 2013
10. Brouck. Diese Kansas State University, 2010
11. Barnwell R. Materialien Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft Deutschlands, 1997

#### Сведения об авторах:

Зиганшин Булат Гусманович – доктор технических наук, профессор, профессор РАН, e-mail: zigan66@mail.ru

Шайдуллин Радик Рафаилович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: tppi-kgau@bk.ru

Валиев Айрат Расимович – кандидат технических наук, доцент, e-mail: info@kazgau.com

Москвичева Анастасия Борисовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: moskvana2@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Томас Хайденрайх – аграрный инженер

Консалтинговая фирма «АДТ Проект Гмбх»

Ситдииков Фарит Фоатович – кандидат технических наук, доцент, e-mail: fa-sit@mail.ru

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Россия.

## ANALYSIS OF TECHNICAL DECISIONS IN OPTIMIZATION OF MILK CATTLE FACILITIES IN CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF ANIMAL FARMS

Ziganshin B.G., Shaydullin R.R., Valiev A.R., Moskvicheva A.B., Thomas Heidenreich, Sitdikov F.F.

**Abstract.** The article provides analysis and generalization of technical solutions for the reconstruction of existing and construction of modern livestock complexes in our country and abroad, which take into account the biological and physiological characteristics of dairy cattle and are aimed at creating them comfortable living conditions. With loose-boxed content, first of all, such elements as: individual boxes, floors, a feed table, a microclimate of a barn, are optimized. When creating sufficiently comfortable conditions for dairy cattle, based on their biological characteristics and needs, contributes to the full realization of the genetic potential of dairy cows' productivity, without compromising health, increasing labor productivity and lowering costs.

**Key words:** optimization, microclimate, cow-house, maintenance, cows, comfortable conditions.

### References

1. Ivanov Yu.A. Directions of technical modernization in the production of livestock products. [Napravleniya tekhnicheskoy modernizatsii pri proizvodstve produktsii zhivotnovodstva]. Yu.A. Ivanov // *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva*. – *The Herald of All-Russian Research Institute of Livestock Mechanization*. - 2015. - № 1(17) – P. 3-8.
2. Morozov N.M. Fundamentals on the formation of Technical Policy of Mechanization and Automation of animal husbandry. [Osnovnye polozheniya formirovaniya tekhnicheskoy politiki mekhanizatsii i avtomatizatsii zhivotnovodstva]. / N.M. Morozov // *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva*. – *The Herald of All-Russian Research Institute of Livestock Mechanization*. - 2016. - № 1(21) – P. 7-15.
3. Sharafutdinov G.S. *Resursosberegayushchie tekhnologii proizvodstva moloka*. // *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Innovatsionnoe razvitiye agropromyshlennogo kompleksa"*. [Resource-saving technologies of milk production. / G.S. Sharafutdinov, R.R. Shaydullin // *Proceedings of All-Russian scientific and practical conference "Innovative development of the agro-industrial complex"*. – Kazan: KGAU, 2007. - P. 75-82
4. Ziganshin B.G. Tekhnicheskoye resheniye dlya povysheniya effektivnosti mashinnogo doeniya korov B.G. Ziganshin, YU.KH. Shogenov, R.R. Lukmanov, A.A. Mustafin // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – *The Herald of Kazan State Agrarian University*. - 2016. - Vol. 11. - №1. - P. 77-81.
5. Fayzrakhmanov D.I. *Organizatsiya molochnogo skotovodstva na osnove tekhnologicheskikh innovatsiy: uchebnoe posobie*. [Organization of dairy cattle breeding on the basis of technological innovations: a manual]. / edited by Professor D.I. Fayzrakhmanov. - Kazan: Izd-vo Kazanskogo gosudar. universiteta, 2007. – P. 351.
6. Tyapugin E.A., Tyapugin S.E., Uglin V.K., Nikiforov V.E. Special features of robotic technology of milking of highly productive cows in modern complexes [Osobennosti robotizirovannoy tehnologii doeniya vyisokoproduktivnykh korov na sovremennykh kompleksakh] // *Dostizheniya nauki i tekhniki apk*. – *Advances in -agriculture science and technology*. – 2015. – №2. – C. 57-58.
7. Mar'in S. *Sistemnyye resheniya i oborudovaniye dlya promyshlennykh predpriyatiy*. - OOO «GEA Farm Tekhnolodzhiz Rus», 2014.
8. Shtaynhof. *Materialien Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft Deutschlands*, 2003
9. *Diese Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Deutschland*, 2013
10. Brouck. *Diese Kansas State University*, 2010
11. Barnwell R. *Materialien Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft Deutschlands*, 1997

### Authors:

Ziganshin Bulat Gusmanovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of RAS, e-mail: zigan66@mail.ru

Shaydullin Radik Rafailovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: tppi-kgau@bk.ru

Valiev Ayrat Rasimovich – Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: info@kazgau.com

Moskvicheva Anastasiya Borisovna – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: moskvana2@yandex.ru  
Kazan State Agrarian University

Thomas Heidenreich – Agricultural engineer

Consulting firm “ADT Project GmbH”

Sitdikov Farit Foatovich – Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: fa-sit@mail.ru

Kazan (Volga region) Federal University.