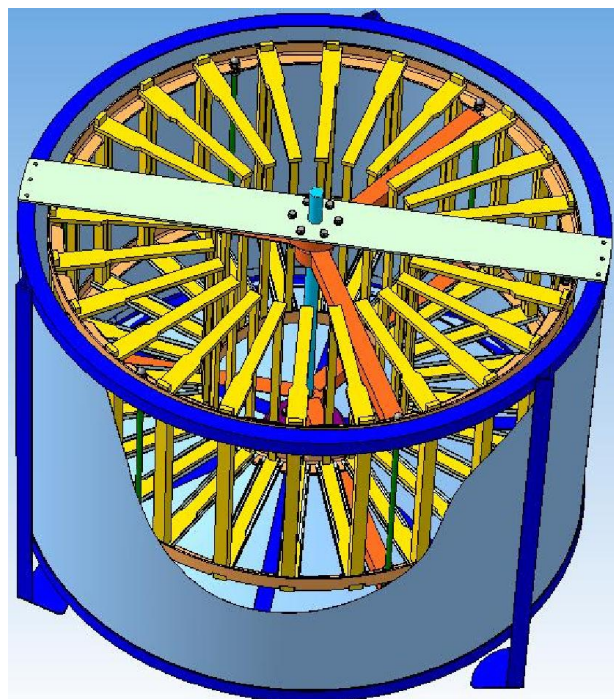


**Оськин С.В., Овсянников Д.А.**



***Электротехнологические способы  
и оборудование для повышения  
производительности труда  
в медотоварном пчеловодстве  
Северного Кавказа***



Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

С. В. Оськин, Д. А. Овсянников

**Электротехнологические способы и оборудование для  
повышения производительности труда в медотоварном  
пчеловодстве Северного Кавказа**

Монография

Краснодар  
КубГАУ  
2015

**УДК 638.141.3**

**ББК 31.291**

**О-79**

**Р е ц е н з е н т ы:**

**Ю.А. Судник** - доктор технических наук, профессор (ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева);

**Г.П. Стародубцева** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор (ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ)

**Оськин С.В., Овсянников Д.А.**

**О-79 Электротехнологические способы и оборудование для повышения производительности труда в медотоварном пчеловодстве Северного Кавказа: монография. / С.В.Оськин, Д. А. Овсянников - Краснодар: Изд-во ООО «Крон», 2015.- 198 с.**

В монографии изложены материалы по операциям, оборудованию и методам снижения трудоемкости производства товарного меда на территории Северного Кавказа, на основе электротехнологических приемов. Показано, что экономический кризис существенно повлиял на рынок меда, однако российские производители меда могут получить шанс занять высвобождающиеся ниши на мировом рынке меда. Однако из-за устаревшего оборудования и использования неэффективных и токсичных методов ветеринарно-санитарных обработок лучший мед не соответствует ветеринарно-санитарным нормам ЕС. Повысить конкурентоспособность производимых продуктов пчеловодства и продовольственную безопасность страны можно путем применения эффективных электротехнологий. Приведены основные целевые функции по оптимизации затрат на получение меда с проверкой на компьютерных моделях. Предложены электротехнологические приемы для уменьшения затрат на производство меда, сокращения применения лекарственных препаратов, а также стимуляции развития пчелиных семей в весенний период.

Монография предназначена для студентов высших учебных заведений, аспирантов, научных работников, преподавателей и слушателей ФПК.

Печатается по решению ученого совета факультета энергетики Кубанского ГАУ.

**УДК 631.31**

**ББК 40.7**

© **Оськин С.В.,  
Овсянников Д.А., 2015  
ООО «Крон», 2015**

## Введение

В сельскохозяйственном производстве нашей страны возделывают около 150 видов энтомофильных культур, требующих перекрестного опыления, которое осуществляют только медоносные пчелы. При опылении различных сельскохозяйственных растений, пчелы тем самым обеспечивают их высокую урожайность. Важна роль пчел и как производителей продуктов - меда, воска, пыльцы, маточного молочка, прополиса и яда. На земном шаре насчитывается свыше 50 млн. пчелиных семей. Лидируют в производстве товарного меда такие страны как Китай США, Мексика, Россия. За годы реформ в отечественном пчеловодстве произошли не только количественные, но и принципиальные качественные сдвиги. Производство меда увеличилось, а число семей пчел сократилось на треть. Лидирующие позиции в производстве мёда занял частный сектор, все более вытесняющий общественный и государственный секторы. Российские производители мёда находятся сегодня в сложных условиях, связанных с рядом факторов, среди которых: значительный объем импортных поставок мёда по демпинговым ценам (прежде всего - из Китая), недостаток финансовой поддержки пчеловодов со стороны государства, непредсказуемость погодных условий, сохраняющаяся закрытость российского рынка мёда. Проблема ввоза в Россию импортного мёда сомнительного качества во многом связана с введением ограничений на поставки подобной продукции странами Евросоюза и США. Сверхнизкие цены на китайский мёд наносят ущерб производителям всех стран, в которые начинает поставляться китайская продукция. Механизация, электрификация и автоматизация трудоемких технологических операций на пасеках России находится на уровне XIX века. Это сильно снижает производительность труда, повышает себестоимость продукции пчеловодства и делает производимый мед неконкурентоспособным в отношении импортного. Экономический кризис существенно повлиял на рынок меда, однако российские производители меда могут получить шанс занять высвобождающиеся ниши на мировом рынке меда. Экспорт можно существенно увеличить за счет элитных сортов российских медов, таких как липовый, каштановый, акациевый и др. Однако из-за устаревшего оборудования и использования неэффективных и токсичных методов ветеринарно-санитарных обработок лучший мед из государственных природных заповедников в Бурзянском районе Башкирии или Мостовском районе Краснодарского края, просто не соответствует ветеринарно-санитарным нормам ЕС. Показатели содержания антибиотиков, фунгицидов, гербицидов-акарицидов и других примесей многократно превышают предельно допустимые концентрации. Увеличение сортовой медопродуктивности достигается подведением здоровых и сильных пчелиных семей к цветению заданного медоноса. Это возможно только при использовании современного электрооборудования и технологических приемов при обслуживании пасеки. Повысить конкурентоспособность производимых продуктов пчеловодства и продовольственную безопасность страны можно путем применения эффективных электротехнологий. Электротехнологические методы

и средств должны быть направлены на повышение: сортовой медопродуктивности пчелиных семей; экологической чистоты ветеринарно-санитарных мероприятий и снижение трудоемкости основных технологических операций.

Большинство болезней пчел лечат антибиотиками. Иногда применение одних лекарств ослабляет иммунитет пчёл, что способствует вспышке новой болезни. Таким образом, лучше использовать естественные и экологические лечебные средства, которые не только помогали бы справиться с болезнями пчёл, но и стимулировали бы их жизнедеятельность и развитие. Необходимо искать новые экологические и безопасные методы борьбы с бактериальными заболеваниями, которые были бы не только безвредны, как для человека, так и для пчел, но также стимулировали развитие, повышали продуктивность пчелиной семьи в весенне-летний период. Многие пчеловоды занимаются установкой электроприборов для местного электрообогрева пчел. Есть информация о том, что пчелы активно борются с посторонними электрическими полями и устройство для электронагрева может создать серьезную опасность для матки, особенно в период активной яйцекладки. К перспективным методам лечения можно отнести следующие: химическая дезинфекция, электрофизическое воздействие (электротехнология), применение биологических препаратов и поверхностно-активных веществ. Большой научный материал по электрофизическим способам обработки пчелиных семей имеется в Кубанском государственном аграрном университете (Нормов Д.А., Николаенко С.А., Овсянников Д.А.). Так было доказано, что при малых концентрациях озон оказывает положительное влияние на факторы развития и продуктивности пчелиных семей: снижает концентрацию болезнетворных микроорганизмов; снижает влажность внутриульевого воздуха; незначительно повышает температуру; улучшает газовый состав внутриульевого воздуха. Необходимо и дальше продолжать развивать электротехнологическое направление в пчеловодстве.

# **1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПЧЕЛОВОДСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ**

## **1.1 Современное состояние производства продуктов пчеловодства**

В агропромышленном комплексе России важную роль играет пчеловодство, которое тесно связано со многими отраслями, как с растениеводством, так и с животноводством. Эта связь определяется в первую очередь той задачей, которую решают пчелы как опылители сельскохозяйственных растений. В нашей стране возделывают около 150 видов энтомофильных культур, требующих перекрестного опыления, обеспечить которое могут только медоносные пчелы. При опылении различных сельскохозяйственных растений (плодовых, ягодных, овощных, бахчевых, зерновых, масличных, технических, кормовых), пчелы тем самым поддерживают их высокую урожайность. При высокой культуре земледелия, промежуточная, а тем более конечная стоимость продукции, в создании которой принимает участие и пчеловодство, в десятки, а иногда в сотни раз, превышает стоимость всего пчеловодного комплекса. Опыление энтомофильных культур пчелами позволяет не только получить максимальные урожаи, но и дает возможность повысить товарность продукции, питательные и вкусовые качества плодов и посевные кондиции семян. Эти обстоятельства особенно важны в нашей стране в связи с утверждением новых экономических отношений, обращением внимания государства к разным формам собственности производства сельскохозяйственной продукции.

Велика роль пчел и как производителей специфических продуктов - меда, воска, пыльцы, маточного молочка, прополиса и яда. Продукты пчеловодства используются человеком с древнейших времен. Даже в наши дни интерес к ним не только не утрачен, а во многих случаях значительно вырос благодаря народнохозяйственной значимости получаемых от пчел продуктов и их исключительному воздействию на организм человека. Воск, по сравнению с другими продуктами пчеловодства, пользуется наибольшим спросом в промышленности. Он нашел применение в электрорадиотехнике и авиации, в кожевенном и текстильном производстве, при изготовлении бумаги и в деревообработке, в химическом и стекольном деле, в медицине и парфюмерии. Мед является легкоусвояемым энергетическим продуктом питания. Хотя он состоит в основном из простых сахаров (80-84%) и воды (16-20%), но включает до 300 различных компонентов (ферменты, витамины, соли, бальзамы и т. д.), которые в совокупности с основной частью определяют его диетические и лечебные свойства. Этот продукт широко используется в кондитерском производстве, для приготовления медовых напитков, в косметике.

На земном шаре насчитывается свыше 50 млн. пчелиных семей, из которых 80 % находится в Восточном полушарии, а 20 % - в Западном. Средний размер пасеки в Восточном полушарии – 7 пчелиных семей, а в Западном – 14, но при этом в Канаде - 41. Наибольшее количество пчелиных семей приходится на долю таких стран, как Китай (7,5 млн.), Россия (4,5 млн.),

Турция (3 млн.), США (2,76 млн.), Польша (2,5 млн.), Мексика (2,4 млн.), Аргентина (1,6 млн.), Германия, Испания, Иран, Греция, Франция, Румыния (по 1,1–1,3 млн.). Выход товарного меда на одну пчелиную семью в Западном полушарии в среднем в 3 раза больше чем в Восточном. Лидируют в производстве товарного меда следующие страны: Китай (200 тыс. т), США (100 тыс. т), Мексика (53 тыс. т), Россия (50 тыс. т).

После распада СССР, в пчеловодстве России произошли определенные изменения. Число пчелиных семей сократилось и составило в 1999 году, по данным Госкомстата, 3,5 млн. В тоже время, выход товарного меда на семью за этот период увеличился, что и определяет его производство на уровне 1989 года - 50-60 тыс. тонн в год. По данным Росстата, о количестве пчелосемей, опубликованные впервые за все время, следующие: в личных подсобных хозяйствах содержалось 3 654,4 тысячи пчел, в хозяйствах граждан, обладающих участками земли для личного жилищного строительства, насчитывалось 1572,9 тысяч пчел; у граждан, в хозяйствах имеющих участки земли для садовых, огородных и дачных нужд, не входящих в объединения, количество пчел составляло 69,8 тысяч; у граждан, которые обладали сельскохозяйственными животными, но не обладали землей, пчел насчитывалось 7,8 тысяч; у садоводческих некоммерческих объединений - 29,2 тысячи.

По итогам Всероссийской сельскохозяйственной переписи (2 августа 2007 года), на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики была опубликована следующая информация: численность пчел в России - 5 571 тыс. (к 1 июля 2006 года), из них в сельскохозяйственных организациях - 179,4 тыс., что составляет 3,2% от совокупной численности пчел; 56,9 тысяч (то есть 1%), содержится у индивидуальных предпринимателей и в фермерских хозяйствах; численность пчел в хозяйствах населения составляла 334, 8 тысяч, то есть 95, 8%. Информация о численности пчелосемей в России оказалась больше на 50-60% , по сравнению с теми цифрами, которые на протяжении многих лет называл Росстат. Это связано с тем, что информация о численности пчелиных семей попадает в Росстат из органов местного самоуправления, а туда поступают заниженные цифры от пчеловодов, которые в свою очередь обладают склонностью занижать реальные размеры пасеки в личных подсобных хозяйствах. Такая погрешность образовалась с момента ликвидации службы зоотехников по пчеловодству.

Россия является одним из крупнейших производителей мёда в мире, обеспечивая около 4% от общемирового объема производства мёда (рисунок 1.1). В настоящее время Россия делит с Украиной и Индией 6-8-е место в списке ведущих мировых производителей мёда. В частности, по итогам 2010 года наша страна заняла восьмую строчку среди крупнейших производителей мёда в мире с объемом производства в 52 тыс. тонн (таблица 1.1). За годы реформ в российской отрасли пчеловодства произошли не только количественные, но и принципиальные качественные сдвиги. Производство меда увеличилось на 10-20%, при этом число семей пчел сократилось на треть. Лидирующие позиции в производстве мёда занял частный сектор, все более теснящий общественный и государственный секторы. На рынок вышли десятки

частных компаний, действующих в сфере оптовых закупок, переработки, фасовки и торговли медом; производства пчеловодного инвентаря, маток и пакетов пчел, препаратов для борьбы с болезнями пчел; терапевтических и косметических средств.

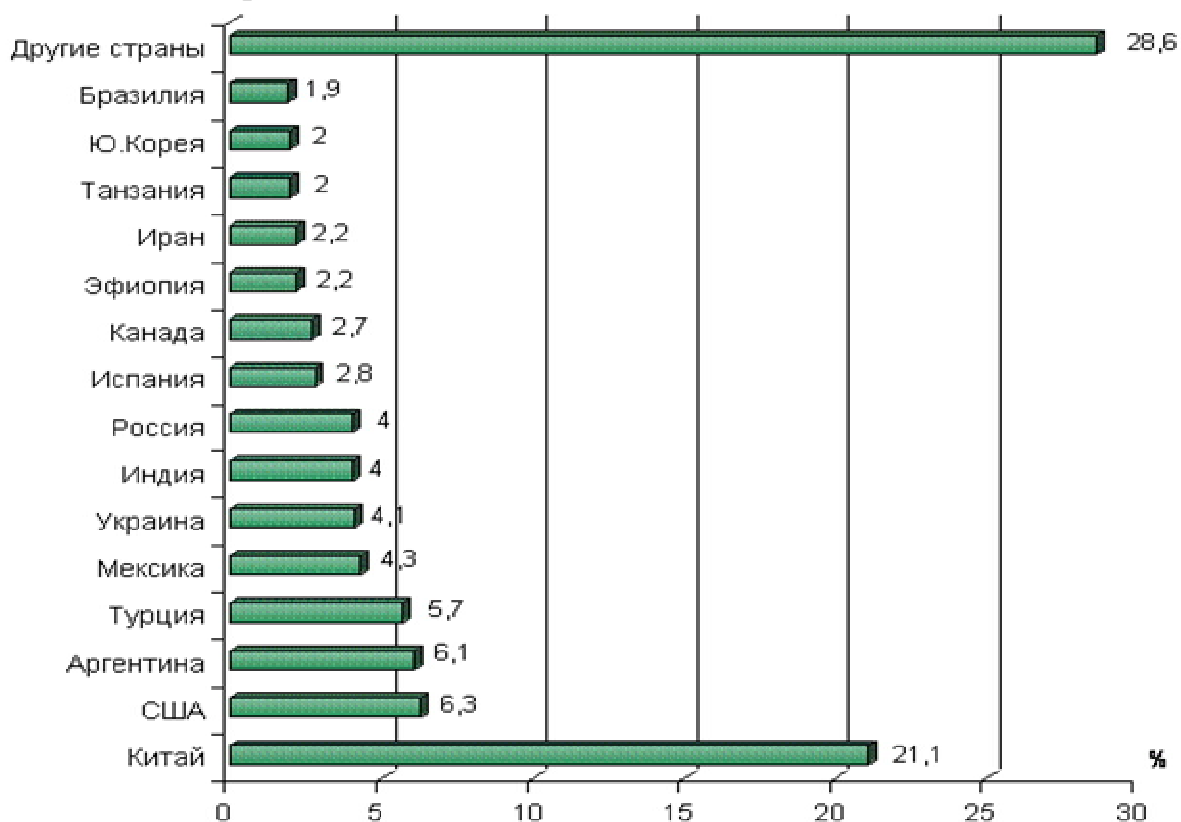


Рисунок 1.1- Доли стран – ведущих производителей меда от общемирового объема производства, % (по данным FAOSTAT)

Таблица 1.1 - Объемы производства меда крупнейшими странами-производителями в 2000 – 2004 гг., т (по данным FAOSTAT)

Страна	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	% на 2004 г.
Китай	251839	254356	267830	27330	276000	21,12
США	99945	84335	77890	82144	82000	6,28
Аргентина	93000	80000	85000	85000	80000	6,12
Турция	61091	60190	74555	75000	75000	5,74
Мексика	58935	59069	58890	55840	55840	4,27
Украина	52429	60043	51144	52000	54000	4,13
Индия	52000	52000	52000	52000	52000	3,98
Россия	53922	52659	49400	50000	52000	3,98
Испания	28860	31617	36101	36101	36045	2,76
Канада	31857	35388	37072	33566	35000	2,68
Эфиопия	29000	26600	28045	29000	29000	2,22
Иран	25260	26600	28045	29000	29000	2,22
Танзания	26000	26500	26500	26500	26500	2,02
Ю.Корея	17741	22040	25500	25500	25500	1,98
Бразилия	21865	22220	23995	24000	24500	1,88
Другие страны	356721	373261	361862	338988	374200	28,64
<i>Итого</i>	<i>1260475</i>	<i>1269280</i>	<i>1284784</i>	<i>1317939</i>	<i>1306590</i>	<i>100</i>



Появление на российском рынке мёда значительного числа частных компаний стимулировало усиление конкуренции между производителями этой продукции. Во многом ситуацию усложнило увеличение объемов импорта дешевого мёда из стран «ближнего» и «дальнего» зарубежья. В результате для многих отечественных пчеловодов актуальной стала проблема сбыта произведенной продукции мёда. По мнению экспертов, развитие российской отрасли производства мёда в перспективе будущего во многом будет зависеть от того, насколько быстро и эффективно отечественные производители освоят науку выживания в современных рыночных условиях, в частности – эффективные методы повышения конкурентоспособности своей продукции. Российские производители мёда находятся сегодня в сложных условиях, связанных с рядом факторов, среди которых, в частности, значительный объем импортных поставок мёда по демпинговым ценам (прежде всего, это поставки из Китая), недостаток поддержки, чаще всего финансовой, пчеловодов со стороны государства, непредсказуемость погодных условий, сохраняющаяся «непрозрачность» российского рынка мёда и другие факторы. Например, импорт 1 тонны меда приводит к сокращению численности на 20 пчелиных семей, следствием которого является снижения урожайности на десяти га подсолнечника с 18 до 7 ц/га т.е. к потере 110 центнеров семян и на пяти га посевов гречихи с 10 до 5 ц/га т.е. к потере 25 центнеров продукта.

Проблема ввоза в Россию импортного мёда сомнительного качества во многом связана с введением ограничений на поставки подобной продукции странами Евросоюза и США. Эти обстоятельства побудили Китай и Аргентину искать альтернативные рынки сбыта мёда, одним из весьма привлекательных таких рынков явилась Россия (сайт Интернет -<http://smi>).

Сверхнизкие цены на китайский мёд наносят сильный удар по производителям всех стран, в которые начинает поставляться китайская продукция. В Европе и США более всего пострадали производители меда, ориентированные на работу с промышленными предприятиями, использующими мёд для производства продуктов питания, продукция которых практически сразу стала неконкурентоспособной. Многочисленные общественные организации, объединяющие пчеловодов в Европе, Америке и Канаде не могли мириться с постепенным угасанием отрасли, и, в своих странах, введя ограничения на поставки китайского мёда.

Российская отрасль пчеловодства сегодня развивается практически в отсутствие материальной государственной поддержки, хотя механизм такой поддержки действует во многих странах мира. В частности, после летней засухи и бесснежных морозов зимы 2002/2003 года на пасеках погибло 1 млн. 200 тыс. пчелосемей, восстановлением которых отечественные пчеловоды занимались самостоятельно, без какого-либо участия и помощи со стороны государства (сайт Интернет <http://www.rnsp>). Серьезной особенностью Российского пчеловодства является то, что 95 % пчелиных семей сосредоточены в личных подсобных хозяйствах. К сожалению, механизация, электрификации и автоматизации трудоемких технологических операций на пасеках России находится на уровне XIX века. Это сильно снижает производитель-

ность труда, повышает себестоимость продукции пчеловодства и делает производимый мед неконкурентоспособным в отношении импортного. Совокупное влияние этих факторов во многом обуславливает недостаточные темпы роста объемов производства мёда в России. Потенциально отечественные производители способны производить порядка 1 млн. тонн мёда ежегодно, реальные же объемы производства составляют лишь около 90 тыс. тонн в год.

Экономический кризис существенно повлиял на рынок меда, однако российские производители меда могут получить шанс занять высвобождающиеся ниши на мировом рынке меда. В России не развит экспорт меда, который составляет 0,1 % от общего объема производства. Даже после вступления в ВТО экспорт можно существенно увеличить за счет элитных сортовых российских медов, таких как липовый, каштановый, акациевый и др., которыми интересуются, например торговые сети «Зелёных магазинов» в ЕС. Однако из-за устаревшего оборудования и использования неэффективных и токсичных методов ветеринарно-санитарных обработок лучший мед из государственных природных заповедников в Бурзянском районе Башкирии или Мостовском районе Краснодарского края, просто не соответствует ветеринарно-санитарным нормам ЕС. Показатели содержания антибиотиков, фунгицидов, гербицидов-акарицидов и других посторонних элементов многократно превышают предельно допустимые концентрации.

Проблема импорта дешевого Китайского меда добавляет трудности отечественным производителям и играет важную роль при ценообразовании в сегменте – самый дешевый мед. Как правило, в России, в этом сегменте рынка реализуются меда с подсолнечника, рапса, горчицы. При этом отмечена тенденция увеличения соотношения оптовых стоимостей самого дешевого и самого дорогого медов. Например, если разделить среднюю закупочную цену каштанового на цену подсолнечного меда, то соотношение будет равно: в 2008 г – 2,8; в 2009 г – 3,5; в 2010 г – 4; в 2011 г – 6,7; в 2012 г – 8,4. Следовательно, отечественный производитель не пострадает от вступления в ВТО и импорта дешевого меда низкого качества при условии увеличения производства сортовых медов или медовых брендов Российского рынка. Для этого пчеловод должен стремиться повысить сортовую медопродуктивность пчелиных семей. Увеличение сортовой медопродуктивности достигается подведением здоровых и сильных пчелиных семей к цветению заданного медоноса. Это возможно только при использовании современного электрооборудования и технологических приемов при обслуживании пасеки.

Таким образом, повысить конкурентоспособность производимых продуктов пчеловодства и продовольственную безопасность страны можно путем научного обоснования применения эффективных электротехнологических методов и средств, направленных на повышение сортовой медопродуктивности пчелиных семей, повышение экологической чистоты ветеринарно-санитарных мероприятий и снижение трудоемкости основных технологических операций.

## **1.2 Анализ технологических операций и методов организации труда при производстве продуктов пчеловодства**

В пчеловодстве, в зависимости от количества и размера пасек, принадлежащих одному хозяину, применяют индивидуальный или звеньевой метод обслуживания пчелиных семей. В личных подсобных хозяйствах, чаще используют индивидуальное обслуживание пчелиных семей. На пасеках, размер которых не превышает 100 – 120 пчелиных семей пчеловод работает без помощника. Временный помощник полагается при норме обслуживания 150 – 180 пчелиных семей и более, которые для лучшего использования медосбора могут быть размещены в нескольких местах. Продолжительность работы младшего пчеловода определяют из расчета 2,5 рабочего дня на каждую пчелиную семью, имеющуюся сверх 100 – 120 семей. Все основные работы на пасеке, такие как: уход за пчелами, организацию новых пчелиных семей, вывод маток, отбор меда из ульев, сборка гнезд пчел на зиму, переработка воскового сырья и т.д., при индивидуальном обслуживании пчеловод выполняет самостоятельно, или вместе с младшим пчеловодом. Только для выполнения срочных и трудоемких работ, таких как перевозка на медосбор, откачка меда, экстренные ветеринарно-санитарные мероприятия, прибегают к привлечению временной рабочей силы. Индивидуальное обслуживание пчелиных семей не позволяет значительно повышать производительность труда на пасеках, так как физические возможности даже опытных пчеловодов ограничены.

В некоторых крестьянских фермерских хозяйствах используется звеньевой метод обслуживания пасек. В состав звена обычно включают трех человек: звеньевого и двух постоянных пчеловодов или звеньевого, одного постоянного и одного сезонного работника. Такое звено может обслуживать 350-500 пчелиных семей. Члены звена специализируются на выполнении отдельных работ. Так, при расширении гнезд один из членов звена открывает крыши ульев и снимает утепление, второй подносит и ставит на улей корпус, заполненный сотами, третий закрывает улей. Пчелиные семьи, обслуживаемые таким образом, размещают на 3-5 пасеках и более. Все работы осуществляемые звеном выполняются совместно. Закончив обслуживание семей на одной пасеке, пчеловоды переезжают на другую. Результаты работы зависят от слаженности и взаимопонимания членов звена. Успешная работа может быть достигнута при высоком уровне механизации электрификации и автоматизации производства. Однако данный метод обслуживания не пользуется популярностью среди пчеловодов. В реальных условиях хозяйствования пчеловоды неохотно делятся своими секретами и обучают помощников, так как не желают растить себе конкурентов. Такое влияние человеческого фактора может быть снижено только при внедрении эффективных высокотехнологичных методов обслуживания включающих использование современного электрооборудования.

В Научно-исследовательском институте пчеловодства разработаны нормативы времени обслуживания в пчеловодстве (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Нормы затрат труда на обслуживание пчелиных семей

№	Технологическая операция	повторяемость	оперативное время одной операции, мин/п.с.	оперативное время, мин/п.с.
<b>Весенние работы</b>				
1	Подготовить пасеку к облету	1	8,7	8,7
2	Снять и убрать с ульев дополнительное утепление	1	5,8	5,8
3	Провести осмотр плохо перезимовавших семей	0,2	6	1,2
4	Подсадить матку в безматочную семью	0,1	7,4	0,74
5	Провести беглый осмотр	3	9,8	29,4
6	Присоединить безматочную семью	0,1	8,2	0,82
7	Сократить гнездо	1	3,5	3,5
8	Провести чистку доньев	1	5	5
9	Очистить донья в ульях с неотъемным дном	1	8,9	8,9
10	Проведение главной весенней ревизии	1	32,1	32,1
11	Расставить кормушки	1	1	1
12	Приготовить сироп	8	1,97	15,76
13	Разлить корм	8	7,35	58,8
14	Навощить рамку	10	2,64	26,4
15	Расширить гнездо сотами и рамками с вощиной	3	8,73	26,19
16	Вывести пчелиную матку	1	8,2	8,2
17	Подсадить пчелиную матку	1	18,6	18,6
18	Сформировать отводки	1	13,6	13,6
19	Уход за отводком	1	4,6	4,6
20	Подсадить пчелиную матку в отводок	1	6	6
21	Профилактика и лечение колибактериоза, септемии, гафниоза	2	8	16
22	Профилактика и лечение вирусного паралича и паратифа	4	4	16
23	Профилактика и лечение аскофероза и аспергиллеза	4	4	16
	Итого за весенний период			323,31
<b>Летние работы</b>				
24	Перевоз пчелиных семей на медосбор	1	44	44
25	Возвращение на стационарную пасеку	1	29	29
26	Переработка воскового сырья	1	7,49	7,49
27	Провести отбор меда и его откачку	3	64	192
28	Лечение варроатоза	1	3	3
29	Лечение гнильца	1	113	113
30	Лечение колибактериоза, септемии, гафниоза	2	8	16
31	Лечение вирусного паралича и паратифа	2	4	8
32	Лечение аскофероза и аспергиллеза	2	4	8

33	Лечение нозематоза	2	8	16
34	Продезинфицировать ульи	1	11	11
35	Продезинфицировать соты	1	3,74	3,74
Итого за летний период				451,23
<b>Осенние работы</b>				
36	Главная осенняя ревизия	1	23,91	23,91
37	Сократить летки	1	1,3	1,3
38	Провести осеннюю подкормку	4	5,7	22,8
39	Утеплить гнезда	1	4,5	4,5
40	Сортировка сотов на складе	1	16,6	16,6
41	Подготовить к зимовке на воле	1	30	30
42	Продезинфицировать сотохранилище	1	24	24
43	Продезинфицировать инвентарь и оборудование	1	12	12
Итого за осенний период				135,11
<b>Зимние работы</b>				
42	Посещение пасеки при зимовке на воле	1	13,7	13,7
43	Сколотить 10 рамок	1	19,6	19,6
44	Просверлить 10 рамок	1	1,6	1,6
45	Натянуть 10 рамок	1	36	36
Итого за зимний период				70,9
Итого за весь сезон				980,55

При разработке нормативов использованы результаты хронометражных наблюдений, результаты анализа организации труда пчеловодов, технические характеристики пчеловодного инвентаря и оборудования. Работы на пасеке нормативами условно разделены на весенние, летние, осенние, зимние и прочие. Весенние работы включают подготовку пасеки, выставку пчел из зимовника (в холодных регионах России), беглый осмотр пчел, весеннюю ревизию, подкормку пчелиных семей, ветеринарно-санитарные мероприятия, расширение гнезд, наващивание рамок, вывод и подсадку маток, организацию новых семей, снятие роев и их подсадку в ульи. Летние работы включают кочевку с пчелами, расширение гнезд, переработку воскового сырья, отбор рамок с медом из ульев, откачку меда, лечение пчелиных семей. К осенним работам, выполняемым на пасеке, относят осеннюю ревизию пчелиных семей, осеннюю подкормку, подготовку зимовника, постановку пчелиных семей в зимовник, сортировку сотов на складе, дезинфекцию сотохранилища, постановку сотов в корпуса, подготовку пчел к зимовке на воле. Зимними работами считают контроль за состоянием пчелиных семей в зимовнике или на воле, ремонт ульев. Прочие работы выполняют в различные периоды. Время, которое затрачивает пчеловод при непосредственном выполнении тех или иных работ по уходу за пчелиными семьями, и время, затрачиваемое для выполнения вспомогательных операций по обслуживанию пчелиных семей, относится к оперативному времени. Время, затрачиваемое пчеловодом на раскладку инструмента, инвентаря, оборудования, а также на выполнение ряда других работ, обеспечивающих производительную работу пчеловода, являет-

ся временем обслуживания рабочего места и устанавливается в размере 2% от оперативного времени. Подготовительно-заключительное рабочее время установлено в размере 8 % от оперативного времени. Оно включает в себя время затраченное пчеловодом для подготовки к работе материалов, инвентаря, оборудования. Время необходимое для отдыха и на личные нужды устанавливается в размере 7 % от оперативного времени. Нормативы времени обслуживания в пчеловодстве установлены для наиболее распространенных условий выполнения работ на пасеке.

Норму обслуживания или количество обслуживаемых пчелиных семей  $H_{об}$  принято рассчитывать по формуле [37]:

$$H_{об} = \frac{T_{см} \cdot A}{T_{он} \cdot k_{дон}}, \quad (1.1)$$

где  $T_{см}$  – установленная продолжительность рабочей смены в день, мин;  $A$  – продолжительность пчеловодного периода или года, рабочих дней;  $T_{он}$  – оперативное время, затраченное на годовой комплекс операций по обслуживанию одной основной пчелиной семьи с учетом повторяемости операций в технологическом цикле, мин;  $k_{дон}$  – коэффициент, учитывающий дополнительное время в смене на обслуживание рабочего места и личные потребности пчеловода.

Коэффициент, учитывающий дополнительное время в смене на обслуживание рабочего места и личные потребности пчеловода можно определить по формуле:

$$k_{дон} = 1 + \frac{t_{обс} + t_{пз} + t_{отл}}{T_{см}}, \quad (1.2)$$

где  $t_{обс}$  – время обслуживания рабочего места, мин;  $t_{пз}$  – подготовительно-заключительное время, мин;  $t_{отл}$  – время на отдых исполнителя и личные потребности.

При звеньевой системе норму обслуживания определяют по формуле:

$$H_{об} = \frac{T_{см} \cdot A \cdot n}{T_{он} \cdot k_{дон}}, \quad (1.3)$$

где  $n$  – число человек входящих в состав звена, обслуживающего пасеку.

За последние 30 лет резко увеличились затраты труда пчеловодов на проведение ветеринарно-санитарных мероприятий. Это связано с общим ухудшением санитарной обстановки в животноводстве, бесконтрольным применением антибиотиков в результате которого пчелы страдают дисбактериозми и дезбиозами. Пчелиные семьи в условиях активной кочевки постоянно находятся в контакте с пчелами с других пасек или животноводческими объектами, что приводит к очередному заражению болезнями. Пчеловоды, что

бы противостоять этому, наращивают курсы и увеличивают дозы обработки ветеринарно-санитарными препаратами. Последствиями этого являются снижение экологической чистоты и повышение себестоимости производимых продуктов пчеловодства.

Анализ технологических операций на пасеке при зимовке на воле, характерной для юга России, показал, что на обслуживание 1 пчелиной семьи опытный пчеловод тратит 980 минут оперативного времени в год. Количество обслуживаемых пчелиных семей одним пчеловодом в соответствии с выражением (1.1) равно 106. Однако на практике некоторые пчеловоды не могут обслужить более 50 ульев. Это связано с неравномерностью трудозатрат в году. Если определить максимальный размер пасеки по временам года, то получим следующее: весной – 80 пчелиных семей, летом – 57, осенью – 192, зимой – 367. Таким образом, реальное количество пчелиных семей, обслуживаемых пчеловодом, определяется летним пиком, что недопустимо. Для повышения размера пасек и пчелоферм следует в первую очередь снижать трудоемкость технологических операций, осуществляемых в летний период.

### **1.3 Анализ электрооборудования применяемого в пчеловодстве**

Дальнейшее развитие пчеловодства, увеличение производства конкурентоспособной продукции теснейшим образом связаны с материально-техническим обеспечением личных подсобных хозяйств, крестьянских фермерских хозяйств и пчеловодческих комплексов. Уровень материально-технического обеспечения пасек имеет огромное практическое значение для повышения производительности труда пчеловодов и снижения себестоимости производимой продукции. Каждая пчеловодческая ферма должна иметь доброкачественные ульи, высокопроизводительный инвентарь по уходу за семьями пчел и посадке маток, оборудование по откачке и переработке меда, воска и других биологически-активных продуктов пчеловодства; разгрузочно-погрузочных и транспортных работ; откачки и фасовки меда, приготовления кормов для пчел, хранения сотов, профилактики и лечения болезней пчел.

Оборудование в пчеловодстве можно разделить на 7 групп, предназначенных для: 1- работы с пчелами; 2- вывода маток; 3- наващивания рамок; 4- откачки меда; 5- перетопки воска; 6- ветеринарно-санитарных мероприятий; 7- общего назначения.

Для работы с пчелами используются электрические дымари (рисунок 1.2, а), которые не имеют мехов, таким образом, при помощи небольшого вентилятора подаётся воздух в камеру сгорания. Число оборотов самого вентилятора можно регулировать переменным резистором. Питание двигателя происходит при помощи трёх батареек напряжением по 1,5 В.

При проведении ветеринарно-санитарных мероприятий электрооборудование применяется редко, что существенно повышает трудозатраты. Для дезинфекции сотохранилищ и борьбы с восковой молью используются элек-

троокурники. Получающийся при сгорании серы сернистый ангидрид представляет собой бесцветный удушливый газ, хорошо растворимый в воде. Окуриватель пчел электрический (рисунок 1.2, б) применяется для лечения варроатоза сжиганием щавелевой кислоты.



а) Дымарь электрический; б) Окуриватель пчёл электрический  
Рисунок 1.2 – Электрифицированное оборудование в пчеловодстве

К группе оборудования общего назначения относятся электрические обогреватели ульев. Опыт обогрева пчелиных семей существует более 50 лет. Пчеловоды использовали для электрического обогрева нихромовые спирали, лампочки, фотоглянцеватели, которые необходимо изолировать от пчел сеткой и применять металлический лист для равномерности распределения тепла. Такие устройства часто приводили к пожарам, поражениям электрическим током людей, пчел и домашних животных. Современные обогреватели представляют собой герметичную гибкую тонкую пластину, внутри которой находится нагревательный элемент из аморфного металла. Наиболее эффективные устройства этой группы представлены на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Внешний вид электронагревателей

Современные устройства этой группы легко устанавливаются через леток, не боятся влаги, которая может попасть на обогреватель в виде проли-



того мимо кормушки сахарного сиропа, имеют высокую теплоотдачу. Однако, несмотря на высокий уровень технического исполнения, надежность и низкую стоимость, все-таки у пчеловодов имеется как положительный, так и отрицательный опыт использования электрообогревателей ульев. Причины отрицательного эффекта периодически получаемого на пасеках заключаются в некорректности построения системы автоматического управления температурой в улье или вообще ее отсутствии. Кроме того, не обоснована мощность нагревательных элементов, место и условия измерения температуры. Также не установлены режимы электрообогрева и критерии изменения режимов в зависимости от состояния пчелиной семьи.

Наващивание рамок последнее время осуществляется с использованием электронаващивателей (рисунок 1.4), которые встраивают рамочную проволоку в вошину. Электронаващиватели с рациональными параметрами снижают затраты труда на подготовку рамок с вошиной.



Рисунок 1.4 – Внешний вид оборудования для электронаващивания

Наиболее обеспечен электрооборудованием технологический процесс откачки меда, который, состоит из цикла операций: отбор пчеловодом рамок наполненных медом; транспортировка их на место откачки (расстояние может быть от нескольких метров до десятков километров); обрезка; распечатка медовых сотов от восковых крышечек; откачка меда методом центрифугирования; транспортировка откачанных рамок к ульям; расстановка откачанных рамок.

Для распечатывания медовых сотов используют специальные ножи. Срезают восковые крышечки аккуратно, чтобы как можно меньше деформировать ячейки сота. Для снижения трудоемкости этой операции разработаны виброножи и цепные механические устройства для распечатывания сотов с электроприводом. Такие устройства обычно устанавливают в стационарных цехах по откачке меда. Рабочую систему образуют тонкие цепочки на двух валиках вращающихся в разных направлениях. Между вращающимися валиками вставляют медовый сот, с которого цепочками сбивают восковые крышечки. Наибольшей популярностью у пчеловодов пользуются ножи электрические для распечатки сотов со встроенным в лезвие нагревательным элементом и терморегулятором, обеспечивающий выбор самим пчеловодом нужной температуры нагрева лезвия ножа (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Ножи электрические для распечатывания соторамок.

Из распечатанных сотов мед откачивают на медогонках различных типов и производительности в зависимости от размеров пасеки. По расположению рамок медогонки подразделяют на хордиальные, радиальные и тангенциальные (рисунок 1.6).



а)



б)



в)



г)

а) хордиальной; б) радиальной; в) универсальной хордиально-радиальной; г) тангенциальной.

Рисунок 1.6 – Внешний вид медогонки различных конструкций

В хордиальных (рисунок 1.6, а) медогонках рамки размещают плоскостями по хордам. Мед выбрызгивается на внутренние стенки бака медо-

гонки только с той стороны, которая обращена к стенке. Для откачки из ячеек с другой стороны сота, рамку необходимо развернуть на 180 %. В радиальных (рисунок 1.6, б) медогонках рамки размещают по радиусам, однако время откачки, располагая верхние бруски всегда к стенкам бака. Радиальные медогонки не требуют оборота рамок, однако время откачки в 3 – 4 раза больше чем в хордиальных. Выпускают и универсальные хордиально-радиальные медогонки (рисунок 1.6, в).

Время необходимое для центрифугирования, зависит от сорта, вязкости меда, температуры и содержания воды. Чтобы ускорить откачку меда обычным оборудованием, следует выполнять эту работу сразу же после извлечения сотов из ульев или отапливать помещение. Наилучшая температура откачивания меда 25 – 30 °С. Остывший мед в сотах перед откачкой следует хорошо прогреть в помещении до температуры 30 °С. Продолжительность одного цикла откачки меда на хордиальных медогонках 3 – 4 мин. На радиальных медогонках откачивают мед сразу с двух сторон сотов. Продолжительность одного цикла откачки 12 – 15 мин. После откачки мед фильтруют – очищают от механических примесей. На рынке пчеловодного инвентаря России представлены более 50 моделей медогонки с электроприводом отечественного производства, которые составляют 87% от объема продаж (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Наиболее популярные в России медогонки с электроприводом.

Основные характеристики наиболее популярных в России моделей медогонок представлены в таблице 1.3. Из зарубежных производителей 12 % рынка занимают медогонки с электроприводом произведенные в Украине и менее 1 % представлено Польша, Германия, США и другие страны. Низкая популярность медогонок из дальнего зарубежья объясняется в 8 – 12 раз более высокой стоимостью, чем у отечественных аналогов.

Наибольшей популярностью среди пчеловодов пользуются хордиальные медогонки, так как на плоскость рамки центробежная сила действует более равномерно, что повышает качество извлечения меда из каждой рамки. Кроме того, хордиальные медогонки имеют меньшие габариты, что повышает практичность их использования. Для электропривода медогонок используют двигатели постоянного тока независимого возбуждения и одно и трёх-фазные асинхронные электродвигатели. Регулирование скорости вращения осуществляется изменением напряжения и частоты тока.

Несмотря на большой ассортимент электрооборудования для технологического процесса откачки меда более 80 % пчеловодов используют медогонки с ручным приводом. Это связано с несовершенством алгоритмов управления процессом откачки. Использование существующих полностью автоматизированных медогонок приводит к поломке соторамок, либо к не полной выкачке товарного меда. Качественная откачка меда достигается только при полностью ручном управлении электроприводом, но при этом отсутствует снижение трудозатрат, так как пчеловод постоянно находится рядом с медогонкой у пульта управления электроприводом.

Автоматизация процесса откачки в современных медогонках осуществляется по принципу программного управления в функции времени без обратной связи. Производимые в настоящее время медогонки с электроприводом неэффективны и приводят к некачественной откачке, так как не учитывают закономерности удаления меда из соторамок в системе переменных масс. Для снижения потерь продукции пчеловоды вынуждены возвращаться к медогонкам с ручным приводом, что очень трудоемко. Для того, чтобы получить программный комплекс для контроллера управления электроприводом медогонки необходимо изучить и исследовать процесс вытекания меда из сот. Также нужно исследовать работу электропривода в различных переходных режимах. Только в совокупности можно получить адекватный программный продукт для микроконтроллера, который будет обеспечивать качественное протекание технологического процесса и работу электрической машины в энергосберегающем режиме.

Анализ применяемого электрооборудования показывает направления его совершенствования и возможности разработки нового – более эффективного. Необходимо учитывать, что все разработки нужно проводить на базе научного подхода, тщательных экспериментальных исследований и с учетом особенностей биологических объектов.

Таблица 1.3 – Сравнительный анализ характеристик наиболее популярных в России медогонок.

Наименование	Медононица - 8 "ООО Плазма" автомат	Медоногонка Грановского 8 ДН	Медононица - 8 "ООО Плазма"	Медоногонка Грановского 8 Д	«Медононица 4р» с ручным приводом:	Медоногонка Грановского 4 ДН	Медоногонка 4Р "Чепко и К"	Медононица 4э-220» с приводом (220 В.)	Медоногонка Грановского 4 ДН с приводом (220В)	Медоногонка Грановского 4 ДН с приводом (12В)
Цена	77000	50000	56000	46000	24000	15500	13190	30000	25000	19000
кол-во рамок	8	8	8	8	4	4	4	4	4	4
Тип	Хордиальная	Хордиальная	Хордиальная	Хордиальная	Хордиальная	Хордиальная	Хордиальная	Хордиальная	Хордиальная	Хордиальная
Кассеты	самооборотные	самооборотные	оборотные	самооборотные	оборотные	оборотные	оборотные	оборотные	оборотные	оборотные
Автоматический разворот кассет	да	да	нет	да	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Производительность (рамок в минуту)	2,6	4	2,3	4	1,3	2	1,3	1,3	2	2
Материал бака	нержавеющая пищевая сталь 12Х18Н10Т	нержавеющая пищевая сталь 12Х18Н10Т	нержавеющая пищевая сталь 12Х18Н10Т	нержавеющая пищевая сталь 12Х18Н10Т	нержавеющая пищевая сталь 12Х18Н10Т	нержавеющая пищевая сталь 12Х18Н10Т	нержавеющая пищевая сталь 12Х18Н10Т	нержавеющая пищевая сталь 12Х18Н10Т	нержавеющая пищевая сталь 12Х18Н10Т	нержавеющая пищевая сталь 12Х18Н10Т
Материал ротора	нержавеющая пищевая сталь	нержавеющая пищевая сталь	нержавеющая пищевая сталь	сталь с полимерным покрытием	нержавеющая пищевая сталь	нержавеющая пищевая сталь	сталь с полимерным покрытием	нержавеющая пищевая сталь	нержавеющая пищевая сталь	нержавеющая пищевая сталь
Материал кассет	нержавеющая пищевая сталь	нержавеющая пищевая сталь	нержавеющая пищевая сталь	нержавеющая пищевая сталь	нержавеющая пищевая сталь	нержавеющая пищевая сталь	сталь с полимерным покрытием	нержавеющая пищевая сталь	нержавеющая пищевая сталь	нержавеющая пищевая сталь
Наличие ручного привода в комплекте	нет	нет	нет	нет	да	да	да	нет	да	да
Расположение привода	нижнее	нижнее	нижнее	нижнее	верхнее	верхнее	верхнее	нижнее	нижнее	нижнее
Тип передачи	ременный	ременный	ременный	ременный	редукторный	ременный	редукторный	ременный	ременный	ременный
Механизм наклона бака для слива меда	не	да	нет	да	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Мощность привода	750W	180W	750W	180W				180	180	90
Напряжение привода	220 Вольт	220 Вольт	220 Вольт	220 Вольт				220 вольт	220 Вольт	12 Вольт
Частота вращения ротора	регулируемая от 0 до 250 об/мин.	регулируемая от 50 до 250 об/мин.	регулируемая от 50 до 250 об/мин.	регулируемая от 50 до 250 об/мин.				регулируемая от 0 до 300 об/мин.	регулируемая от 50 до 250 об/мин.	регулируемая от 50 до 250 об/мин.

#### **1.4 Международный опыт повышения конкурентоспособности производимой продукции при промышленном пчеловодстве**

С массовым распространением рамочных ульев начало развиваться промышленное пчеловодство, которое, прежде всего, базируется на очень высокой производительности труда. Один пчеловод обслуживает до 1000 пчелосемей, а иногда и более. Такое возможно только при сильно развитой специализации в пчеловодстве. Культура промышленного пчеловодства существенно различается. В странах ЕС наиболее развито пчеловодство в технологическом отношении в Финляндии, Польше, Германии, Сербии.

Например, в Финляндии некоторые пчелофермы содержат более 3000 пчелосемей, обслуживаются четырьмя пчеловодами, но при этом пчелы располагаются без охраны более чем на 120 пасеках, что на территории Российской Федерации - невозможно. Повышенная норма обслуживания – до 750 пчелиных семей на одного пчеловода достигается за счет упрощения технологических операций, экономии на охране, сокращении индивидуальной работы с пчелосемьями. Финские пчеловоды работают не с рамками, а с корпусами. Мёд откачивает три-четыре раза за сезон. Средний товарный медосбор 50-60 кг на семью. Корпуса с мёдом доставляются на ферму, где происходит откачка мёда на специальной технологической линии. Занимается откачкой мёда один человек и всё автоматизировано. Рамки из корпуса механически извлекаются, далее идёт операция распечатывания и рамки подаются на откачку в медогонку. В медогонку помещается 128 медовых рамок. Один работник может откачать до 6 тонн за смену. Однако, несмотря на повышенную производительность труда, себестоимость 1 кг меда составляет не менее 1,2 евро, примерно как на пасеках в России.

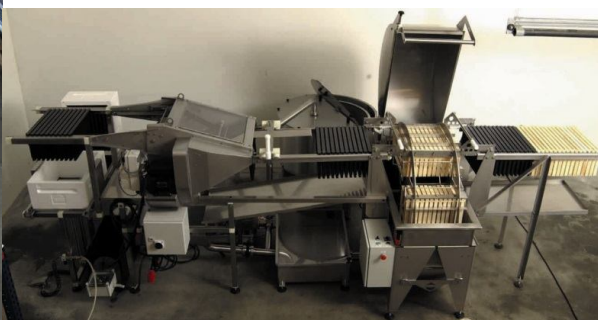
Особый интерес вызывает промышленный сектор американского пчеловодства, организация производства в крупных пчеловодческих хозяйствах (по данным сайта Интернет -<http://derevnya-o>). Пчеловодная индустрия США не стоит на месте. Происходит ее техническое перевооружение, внедряются новые методы и приемы пчеловодства, корректируются приоритеты. Многие из этих процессов носят противоречивый, неоднозначный характер. Ключевую роль в пчеловодстве США играет профессиональный сектор. В стране есть и более крупные компании, некоторые из которых имеют десятки тысяч семей пчел. Технологически профессиональное пчеловодство в Северной Америке построено иначе, чем в России. На всех пасеках используется ульи системы Лангстрота-Рута, размер рамки в которых 435 на 230 мм. Корпуса с такими рамками весят не более 20 кг. Для погрузочно-разгрузочных операций на каждой пасеке используются форклифты (Рисунок 1.8). При откачке меда используются только радиальные медогонки. Преимуществами радиального принципа являются: высокая производительность, за счет создания больших медогонок вмещающих от 16 до 256 рамок; откачка производится сразу с двух сторон; возможность построения автоматических поточных линий по откачке меда (рисунок 1.9), в которых рамка от обрезки забруса до кассеты в медогонке и из нее перемещается без помощи оператора.



Рисунок 1.8 – Разгрузочно-погрузочные работы на промышленной пасеке в Канаде



а)



б)



в)

Рисунок 1.9 – Автоматические поточные линии откачки и сепарации меда: а) 36 рамок; б) 52 рамок; в) 160 рамок.

Радиальный принцип имеет ряд недостатков: неэффективное применение центробежной силы; неравномерное распределение силы по соту и следовательно неполная откачка меда; разрушение свежееотстроенных соторамок. Выгодно использовать важные для промышленного пчеловодства преимущества радиальных медогонок позволяет использованием рамок Лангстрота-Рута на искусственной армированной вощине. Это в 8 – 12 раз удорожает рамку с вощиной, однако позволяет осуществлять откачку меда при частоте вращения барабана центрифуги 250 – 300 об/мин, не теряя время на разгон. Увеличение скорости вращения снижает время откачки, повышая производительность. Избыточная центробежная сила позволяет полностью откачать мед из каждой ячейки рамки.

Откачка меда производится в стационарном цехе, в который свозятся корпуса с медовыми рамками со всех пасек (рисунок 1.9). Затем мед фильтруется методом сепарации и разливается в бочки по 300 кг, наиболее распространенную тару для оптовой продажи. Производительность цеха по откачке и сепарации меда может составлять 12 тонн в смену.

В результате анализа передового опыта пчеловодства более 76 стран мира установлено, что наиболее высокая производительность труда на промышленных пасеках США и Канады (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Показатели производительности труда на пасеках 10 лидирующих в пчеловодстве стран мира на 2012 год.

	Страна	Средняя медопродуктивность кг/пчелиную семью	Количество пчелиных семей на 1 пчеловода	Нормы обслуживания на промышленных пасеках	Закупочная цена, руб/кг
1.	Китай	33	35	-	6
2.	США	25,2	26	1500-2500	130
3.	Аргентина	40	78	180	15
4.	Турция	16	67,4	280	144
5.	Мексика	27	5	200	24
6.	Украина	20	40	80	60
7.	Индия	8,5	4	-	30
8.	Россия	19,2	31	50	60
9.	Дания	18	30	140	164
10.	Канада	64	92	750	140

Это достигается за счет высокого технологического оснащения и минимизации индивидуального подхода к пчелосемьям. Однако в последние годы, лидирующие позиции стали занимать Китай, Аргентина, Мексика, Индия. Низкая себестоимость меда в Китае связана, прежде всего, с дешевой рабочей силой, так средняя стоимость одного часа труда разнорабочего на пасеке составляет 0,19 – 0,31 \$, против 19 \$ в США.



## 1.5 Пути повышения производительности и снижения трудоемкости при производстве продуктов пчеловодства

Сложившаяся в настоящее время на рынке сбыта меда в России ситуация подталкивает к смене показателей оценки эффективности работы пасеки. Увеличение медопродуктивности не всегда приводит к увеличению прибыли, в связи с многократной разницей в закупочной стоимости на меды разных сортов. Для увеличения валового дохода с одного улья следует увеличивать сортовую медопродуктивность пчелиных семей. Это достигается стимуляцией весеннего развития и подводом пчелиной семьи заданной силы к цветению требуемого медоноса. Эффективность этих мероприятий могут обеспечить электротехнологические методы и средства обслуживания пчелиных семей.

Если проанализировать отдельные элементы теории роста пчелосемей, то получим следующее. В результате эволюции мы получили единицей объекта исследования не отдельную особь, а семью в целом. Это позволяет рассматривать нам процесс развития такой биоэнергетической системы, как пчелиная семья. В весенне-летний период, когда пчелы ведут активный образ жизни (интенсивно выращивают расплод, собирают нектар и его перерабатывают), средняя продолжительность их жизни составляет всего 36 дней [38, 25-26, 142, 157-160]. В семье ежедневно погибают старые пчелы, а на смену им приходят молодые и семья растет. Рост семьи определяют по разности между выходом молодых и отходом старых пчел за один и тот же промежуток времени. Исходя из динамики выращивания расплода и изменения числа пчел в семье, рост семьи может иметь положительное, отрицательное и нулевое значения. Весной и в первую половину лета в семье выводится молодых пчел больше, чем погибает старых, и семья увеличивается, поэтому ее рост будет со знаком «+». Осенью выход молодых пчел меньше отхода старых, поэтому рост семьи будет со знаком «-». При выходе молодых пчел, равном отходу старых, рост семьи имеет нулевое значение (хотя в ней непрерывно выращивается расплод), что отмечается в семьях ранней весной и во время слабого медосбора [46-47, 142, 157-160].

В течение года каждая пчелиная семья проходит пять характерных периодов роста и развития, отличающихся как числом, так и качеством пчел, составляющих семью. Рассмотрим три из них, характеризующиеся положительным ростом [46, 47, 49, 142, 157]. Первый период — смена перезимовавших пчел. Продолжительность периода составляет 30—35 дней со дня начала интенсивной яйцекладки маткой и во многом определяется силой семьи, результатами зимовки, погодными условиями и медосбором. В слабых семьях качество и продолжительность жизни пчел ниже, чем в сильных. Поэтому в слабых семьях смена перезимовавших пчел проходит быстрее. Через 21 день после начала выращивания расплода слабые семьи достигают критической точки роста, и если они выживают, то продолжают дальнейший рост [49]. Чем сильнее семья, тем выше качество пчел и их потенциальные возможно-

сти по выращиванию расплода. Перезимовавшая пчела в полноценной семье выращивает в среднем лишь 1,13—1,42 личинки. В этот период при благоприятной весне полноценные сильные семьи сохраняют свою силу или несколько увеличивают ее. Средние по силе семьи после хорошей зимовки в первые дни немного ослабевают (на 10—12 %), поскольку отход пчел, износившихся за зиму, превышает выход молодых пчел раннего вывода. Слабые семьи ослабевают (на 47—53 %) вследствие преждевременного отхода старых, обессилевших зимовкой пчел [12, 13, 25, 46, 47, 49, 138, 142].

Второй период — интенсивный рост семьи. В связи с появлением молодых пчел весенней генерации изменяется качественный состав пчел в семье, и они вступают в следующий период. Рождаются пчелы, у которых возрастает содержание в организме сухих веществ за счет увеличения содержания белка, жира и углеводов. Эти качественные изменения повышают способность пчел к выращиванию большого количества расплода, их биологический потенциал по выращиванию расплода в 3—4 раза выше, чем у перезимовавших. За счет изменения качества пчел семьи начинают интенсивно расти прямо пропорционально своей силе [49, 142]. Внешние условия (погодные, принос пчелами нектара и пыльцы), а также условия содержания и кормления пчел могут ускорять или замедлять интенсивность выращивания расплода и рост пчелиной семьи. Именно в этот период применение способов стимуляции может быть наиболее эффективным [3, 12, 42, 49, 58, 67, 69-75, 142, 157-159].

Во второй период прямая связь между числом пчел и количеством выращиваемого расплода сохраняется лишь до накопления в семьях 2,5 кг пчел. Каждая пчела-кормилица полноценной семьи выращивает 3,5—3,9 личинки, что и обеспечивает стремительный рост семьи. Яйценоскость матки в семье регулируют пчелы-кормилицы. Матка откладывает столько яиц, сколько личинок из них пчелы в состоянии выкормить. Во второй период рост ослабевших семей после неблагоприятной зимовки не превышает 3—4 %, а у хорошо перезимовавших сильных семей — 10—14 %. У семей, сформированных исключительно из молодых пчел, рост достигает 20—22 %, т. е. в 5—6 раз выше, чем у слабых семей. Продолжительность второго периода зависит от исходной силы семьи и темпа ее роста. Чем слабее семья, тем более продолжительное время она находится во втором периоде. Как правило, очень слабые семьи (1,5—2,0 улочки пчел с весны) находятся в этом периоде до конца главного медосбора (до конца июля). По мере роста семьи (свыше 2,5 кг) прямая зависимость нарушается: семьи большей силы выращивают меньше расплода на единицу живой массы пчел. Объясняется это тем, что для полноценного выращивания расплода из яиц, отложенных одной маткой, необходимо около 2,5 кг пчел [46, 142, 157-159].

Третий период — накопление в семье резерва молодых бездеятельных пчел. Общее количество расплода продолжает расти, но не так, как численность нарождающихся молодых пчел. В семье выводится пчел больше, чем нужно их для выращивания всего расплода из яиц, которые способна отложить одна матка. В результате в семье постепенно увеличивается числен-

ность пчел, которые не участвуют в выкормке расплода и других работах. Этот период продолжается до достижения семьей силы 5—6 кг. Чем сильнее семья в этот период, тем меньше она выращивает расплода на единицу живой массы пчел. В этот период происходят изменения, имеющие большое биологическое значение. Сильная семья приобретает способность эффективнее использовать медосбор. С наступлением главного медосбора сильная семья выпускает резерв накопившихся летных пчел на его использование. В естественных условиях обитания основное количество (до 89 %) кормовых запасов, необходимых для существования семей в осенне-зимне-весенний период, пчелы собирают за очень короткий промежуток времени — всего лишь за 28—35 дней. Способность пчел обеспечить за такой короткий срок максимальные сборы корма во многом определяет выживаемость (сохранение) семей, их размножение и расселение [12, 13, 25, 46, 47, 49, 142].

Семья, не достигшая массы 2,5 кг пчел, не может эффективно использовать существующий медосбор в природе. В этих семьях пчелы продолжают преимущественно выращивать расплод. Следовательно, применение стимуляции дает наибольшее увеличение показателя роста именно во второй период, что дает возможность быстрее перейти к третьему периоду роста, где семья, достигнув необходимой силы, сможет эффективно использовать медосбор [12, 13, 25, 46, 47, 49, 67, 142]. Еще в прошлом столетии известный русский пчеловод академик А. М. Бутлеров, на основании результатов многолетних опытов, пришел к выводу о том, что сильные семьи обладают значительными преимуществами перед слабыми, и это, в первую очередь, определяется более высоким качеством выращиваемых в них пчел. Пчелы сильных семей гораздо обильнее снабжают выращиваемых личинок кормом в течение всего активного периода. Слабые семьи не могут обеспечить нормальную температуру гнезда в период интенсивного роста личинки (в области расплода она бывает ниже на 0,4—0,6 °С, чем в сильных). При весенних похолоданиях в слабых семьях достаточно часто отмечают застывание и гибель расплода на крайних сотах, что нередко служит причиной вспышки гнильцовых заболеваний [8-14, 26, 27, 38, 49, 51, 52]. Пчелы из сильных семей обладают более высокой жизнеспособностью и устойчивостью ко всем без исключения заболеваниям [52, 142, 157-160]. Особенно наглядно разница в продолжительности жизни пчел из сильных и слабых семей проявляется весной, после выставки их из зимовника. За первый месяц после выставки в сильных семьях (9—10 улочек) погибает около 50 % старых пчел, а в слабых — до 90 % [25, 49, 142, 157-160]. В течении отдельных периодов развития пчелиной семьи можно проводить стимуляцию ее развития (рисунок 1.10).

С наступлением главного медосбора интенсивность летной деятельности пчел в сильной семье резко возрастает за счет мобилизации летных резервов молодых бездеятельных пчел, в слабой же она значительно снижается из-за того, что молодые пчелы задерживаются на выращивании расплода. В сильных семьях на обильном медосборе работают в поле до 66% пчел, а в слабых лишь 15-20%, т.е. в 3-4 раза меньше. В результате сильные семьи собирают больше меда и на семью в целом, и на единицу живой массы пчел

[142, 157-160]. На обеспечение полноценного ухода за сильными семьями необходимы гораздо меньшие затраты труда, средств и времени пчеловода, при этом он получает больше товарной продукции меньшей себестоимости. Огромные затраты труда пчеловода по уходу за слабой семьей не окупаются полученной от них продукцией.

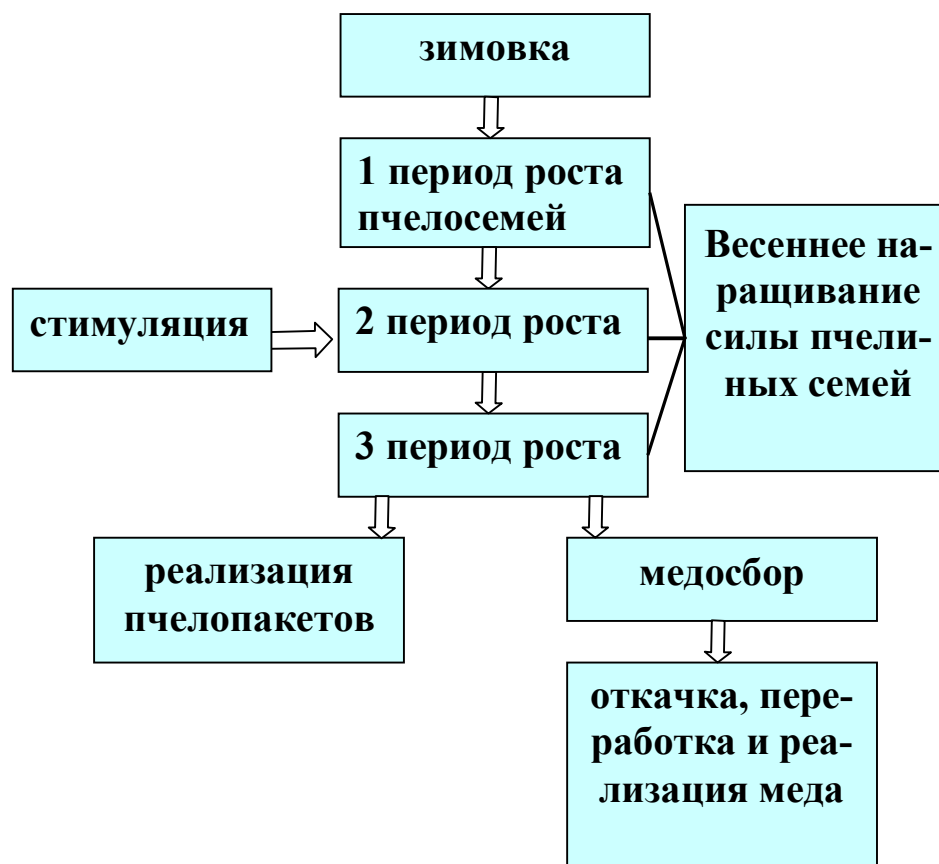


Рисунок 1.10 – Блок-схема влияния стимуляции на отдельные периоды в технологии производства продуктов пчеловодства

Продолжительность жизни пчел в значительной степени сказывается на росте семей: чем меньше ежедневная смертность пчел, тем быстрее растет семья при одном и том же количестве выводящегося расплода. Рост слабых семей сдерживается из-за нехватки пчел. В таких семьях матки не могут полностью реализовать свои биологические возможности по откладыванию яиц из-за низкой выращивающей способности пчел. От сильных же семей можно сформировать за сезон 2—3 новых отводка и обеспечить резкое увеличение числа пчелиных семей на пасеке.

В случае технологии разведения пчелиных семей, масса реализованных пчелопакетов, прямо пропорциональна параметру степени развития, что графически представлено на рисунке 1.11. При медотоварном направлении, высокая медопродуктивность, особенно с ранних медов, например белой акации, пропорциональна квадрату степени развития, что свидетельствует о еще большей значимости стимуляции, (рисунок 1.11) . Таким образом, именно сильные семьи являются целью стимуляции весеннего развития пчелиных семей.

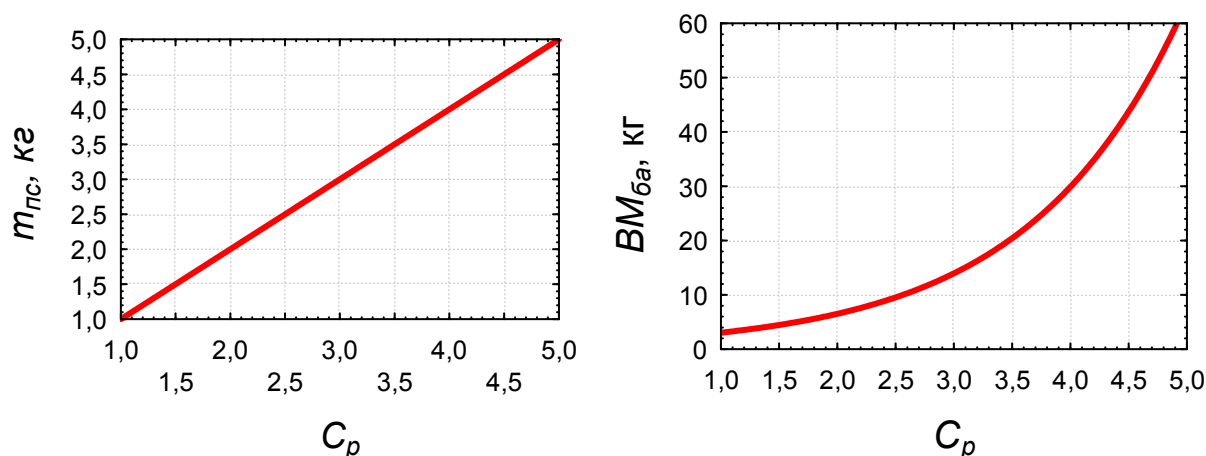


Рисунок 1.11 – Графики влияния степени развития пчелиных семей на массу пчелиных семей и валовой медосбор с белой акации

В пчелиной семье заболевание одной пчелы мгновенно отражается на состоянии всех остальных. Больные семьи плохо развиваются весной, имеют большие потери рабочей пчелы летом, плохо защищают гнезда, нерезультативно работают на медосборе. Ущерб, наносимый болезнями пчел, а также затраты на борьбу с ними отражаются на себестоимости и качестве продуктов пчеловодства. Причиной заболеваний пчел может быть несколько: нехватка корма, неспособность поддержания пчелами необходимой температуры в улье, отсутствие профилактических мер на пасеке. В связи с этим важно предупредить болезни пчёл, например, проводить профилактические и ветеринарно-санитарные меры борьбы, своевременно осуществляя лечебные мероприятия, если в этом возникнет необходимость (рис.1.12).

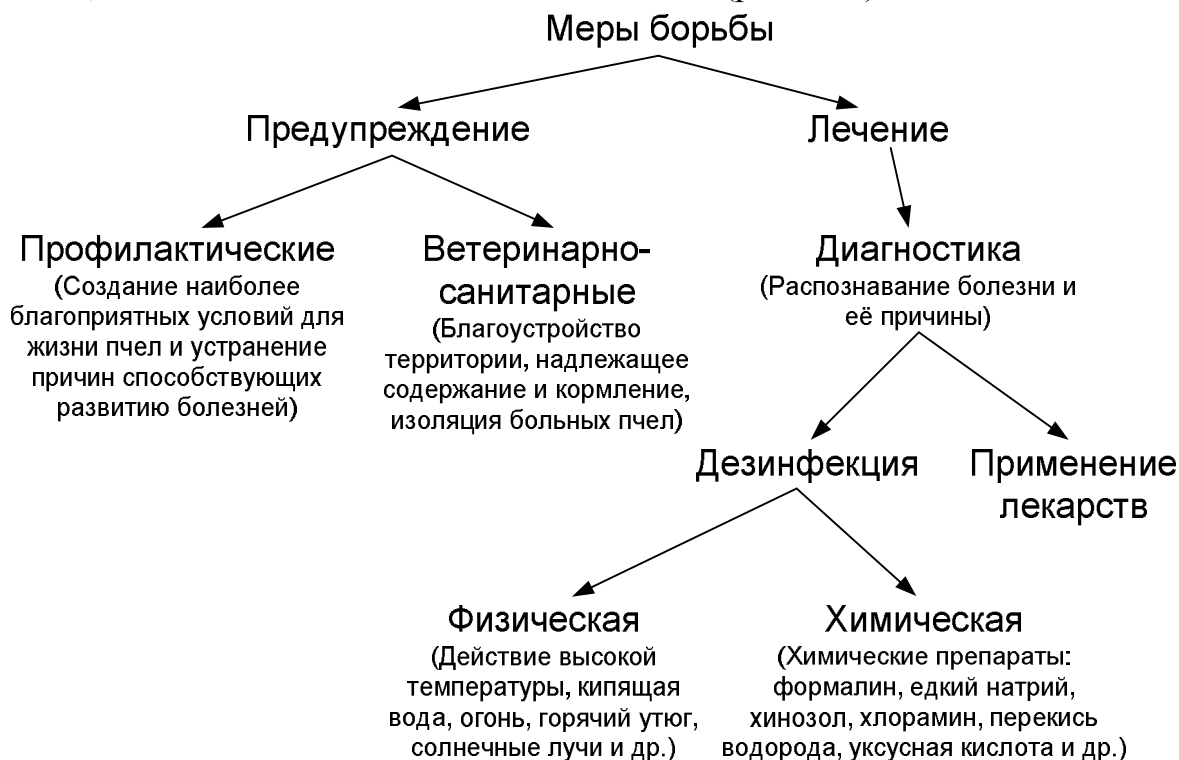


Рисунок 1.12 – Меры борьбы с болезнями пчел

Все болезни пчёл можно разделить на группы и подгруппы (рис.1.13). Незаразные болезни менее опасны и их легче ликвидировать. Однако они снижают устойчивость пчел к заразным болезням, так как микробы и паразиты более активно размножаются в тканях ослабленных личинок и пчел. Для инфекционных болезней характерна высокая скорость распространения. Поэтому на пасеках чаще всего возникают бактериальные болезни, или бактериозы, вызываемые патогенными бактериями, такие как колибактериоз, гафниоз, септицемия, американский гнилец (рис. 1.13), [8, 9, 11-13, 25-27, 38, 46, 49, 51, 52, 67-70, 138].



Рисунок 1.13 – Классификация болезней пчёл

В пчеловодстве появилось много лекарств, и их нужно только точно применять. Иногда применение одних лекарств ослабляет иммунитет пчёл, что способствует вспышке новой болезни. Таким образом лучше использовать естественные и экологические лечебные средства, которые не только помогали бы справиться с болезнями пчёл, но и стимулировали бы их жизнедеятельность и развитие.

Большинство болезней пчел антибиотиками. Существует ещё множество лечебных препаратов для профилактики и лечения бактериальных заболеваний пчел, таких как «Метасульфам», «Бактопол», «Оксивит», «Ноземат», «Оксибактоцид» но и они имеют в своем составе антибиотики, которые не только убивают болезнетворные бактерии, но и обладают терратогенным воздействием (вызывают уродства). Иногда пчеловоды порой забывают или

не знают о том, что антибиотики, содержащиеся в различных лекарственных препаратах, могут попасть в продукты пчеловодства и долгое время в них сохраняться, представляя угрозу для здоровья человека. Во многих странах мира употребление антибиотиков в пчеловодстве вообще запрещено. В России допустимые уровни содержания антибиотиков в меде не узаконены, что является главной причиной запрета на ввоз российского меда в страны ЕС.

Широкое применение антибиотиков для стимуляции развития или лечения пчёл приводит к ослаблению их иммунитета, появлению новых форм болезней, формированию устойчивости болезнетворных бактерий к антибиотикам, а также способствует образованию дисбактериоза кишечной микрофлоры, нарушает обменные процессы. Все это сказывается на развитии и продуктивности пчелиной семьи. Необходимо продолжать искать новые экологические и безопасные методы борьбы с бактериальными заболеваниями, которые были бы не только безвредны, как для человека, так и для пчел, но и стимулировали развитие, повышали продуктивность пчелиной семьи в весенне-летний период. К перспективным методам лечения можно отнести следующие: химическая дезинфекция, электрофизические, нетрадиционные методы, применение биологических препаратов и поверхностно-активных веществ (рис. 1.14).

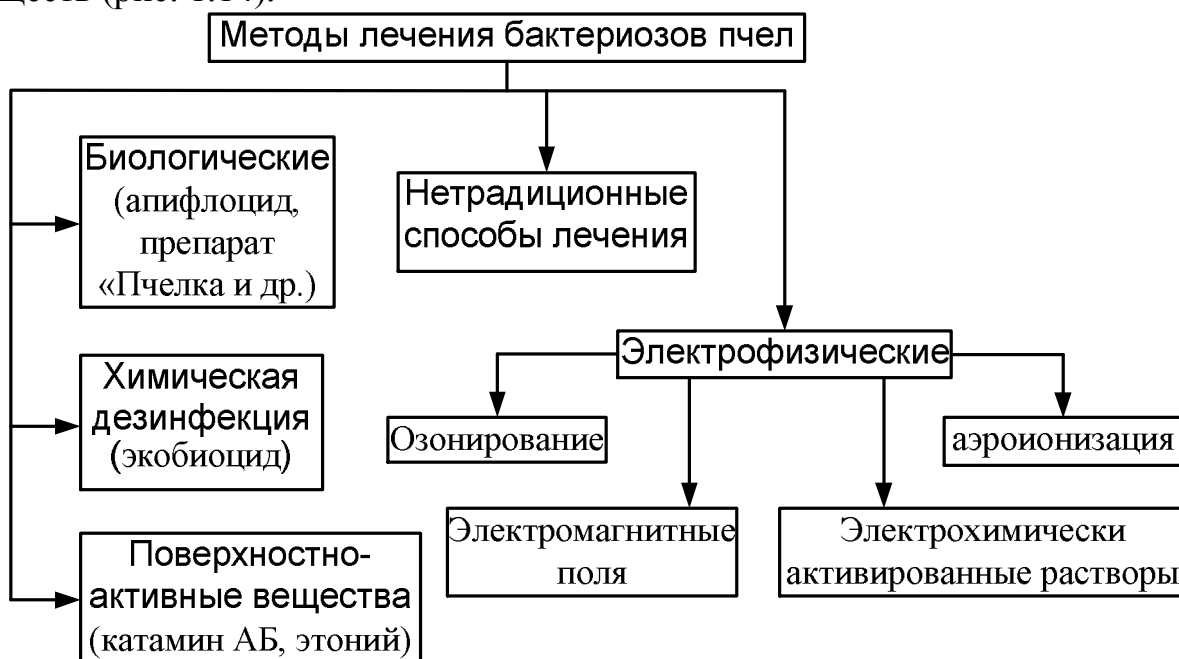


Рисунок 1.14 – Методы лечения бактериозов пчел

К биологическим методам относятся такие методы, в которых лечебные препараты добавляют в подкормки. Из препаратов, которые не имеют в своем составе антибиотики, можно выделить такие, как апифлоцид и препарат «Пчелка». Апифлоцид, на основе пefлоксацина, средство снижающее резистентность возбудителей бактериальных болезней пчел. Фактически подтверждено, что при использовании пefлоксацина сокращаются сроки лечения заболеваний на 30–60%, а также снижается вероятность заражения

пчел другими болезнями вследствие ослабления их иммунитета, по сравнению с применением других препаратов на основе антибиотиков, в частности канамицина. Недостатком данного средства является его труднодоступность. Препарат «Пчелка», содержащий в качестве биологически активных компонентов натуральный хвойный экстракт и чесночное масло, повышает резистентность пчел к различным инфекционным заболеваниям, но при этом препарат может стать причиной пчелиного воровства.

Химическими способами борьбы с бактериозами пчел являются те, которые основаны на обеззараживании ульев дезинфицирующими средствами: растворы различных обеззараживающих химических препаратов, аэрозоли, газообразные средства, бактерицидные пены, пары различных химических веществ. Например, дезинфицирующее экологически безопасное средство «Экобиоцид» применяют для обеззараживания ульев. Данное средство не повреждает материалы, пригодно для обработки любых поверхностей, обладает хорошими смачивающими свойствами. Однако при его использовании необходимо применение специальных мер защиты органов дыхания, кожи рук, лица.

Применение поверхностно-активных веществ (ПАВ) повышают проницаемость клеточных мембран у бактерий и ингибируют ферменты, разрушающие антибиотики. ПАВ применяют в комплексе с пониженными концентрациями антибиотиков. В конкретных опытах самыми удачными оказались сочетания с ПАВ антибиотиков: тетрациклина и гентамицина.

Электрофизическими методами борьбы с болезнями пчел являются такие способы, которые основаны на лечении пчелиных семей веществами, обладающими эффективным антибактериальным воздействием на возбудителей бактериозов и полученными при использовании электрического тока или электромагнитных полей. В литературе приводятся данные по изучению воздействия нейтрального анолита, который получают обработкой раствора хлорида натрия, на возбудители аскосфероза, американского гнильца, в которых была доказана его эффективность, как дезинфицирующего средства. Полученный нейтральный анолит является экологически чистым препаратом. Однако, для его получения необходимо соблюдение следующих требований: при проведении лечебных мероприятий поение пчел ведут питьевой водой с содержанием 0,2 – 1,0 г/л, предварительно обработанной в катодной камере диафрагменного электролизера до достижения значений pH 7,5–9,5 и окислительно-восстановительного потенциала (-250) – (-550) мВ. Многие пчеловоды занимаются установкой электроприборов для местного электрообогрева пчел и борьбы с болезнями. Есть информация о том, что пчелы активно борются с посторонними электрическими полями и устройство для электрообогрева может создать серьезную опасность для плодной матки, особенно в период активной яйцекладки. В Башкирском государственном аграрном университете были проведены опыты по изучению влияния аэроионизации на состояние и зимовку пчелиных семей. Так отмечается снижение микробной обсемененности воздуха в зимовнике на 30%. Осмотр семей после выставки их из зимовника показал отсутствие признаков бактериальных заболе-



ваний в условии искусственной ионизации [49]. Большой статистический материал и качественные исследования были проведены в Кубанском государственном аграрном университете Нормовым Д.А., Николаенко С.А. совместно с автором данной научной работы. Было доказано, что при малых концентрациях озон оказывает положительное влияние на факторы развития и продуктивности пчелиных семей: снижает концентрацию болезнетворных микроорганизмов; снижает влажность внутриульевого воздуха; незначительно повышает температуру; улучшает газовый состав внутриульевого воздуха. Данное направление является наиболее перспективным.

**Научная проблема.** Россия имеет большой потенциал по производству пчелиного меда, но из-за низкой производительности труда в данной отрасли сельскохозяйственного производства и несоответствующего мировым стандартам качества меда, наша страна не может выйти на рынок с этим товаром и конкурировать с ведущими странами.

Таким образом, необходима разработка электротехнологических методов, способов и соответствующего оборудования для повышения производительности труда в медотоварном пчеловодстве Северного Кавказа, увеличивающие конкурентоспособность продукции на мировом рынке.

## **2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СПОСОБОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПЧЕЛОВОДСТВА**

### **2.1 Получение и анализ целевой функции повышения производительности труда в пчеловодстве**

Производительность труда является составной частью внутреннего валового продукта (ВВП), приходящаяся на единицу населения страны, и определяет в целом уровень конкурентоспособности государства. Первое место по данному показателю занимает США, здесь на душу населения производится продукции на 28-30 тыс. долл., а в России – на 6-7 тыс. долл. Наша страна занимает 30-35 место среди развитых стран по уровню производительности труда. В сельском хозяйстве уровень развития отрасли определяется долей внутреннего валового продукта, произведенного одним занятым полный рабочий день работником данной отрасли. Во всех странах, в том числе и в России, сельскохозяйственную продукцию производят не только крупные предприятия и где рабочие заняты целый день (данный вид деятельности является основным), но и также временные рабочие, работники личных подсобных хозяйств и т.д. В пчеловодстве, как уже отмечалось в первой главе, эта вторая категория является основным производителем. Для сопоставимости, во всех странах численность рабочих приводят к величине полностью занятых работников, то есть по 8 часов в день (или 2000 часов в течение года). В нашей стране, к сожалению, не подсчитывается численность полностью занятых работников в сельском хозяйстве [37]. Производительность труда в подотраслях сельского хозяйства определяется величиной продукции, произведенной одним работником. Так, например, в США в зернопроизводящей отрасли один полностью занятый работник дает 720 т зерна, в Канаде – 650 т, в России – 51 т. В пчеловодстве производительность часто оценивается количеством товарного меда на одну пчелосемью. Несмотря на то, что Россия занимает 8-е место по валовому производству меда и 2-е место по количеству пчелиных семей (1-я глава), при расчете количества меда на одну пчелосемью показатели очень низкие по сравнению с другими странами: США – 36 кг, Китай – 27 кг, Мексика – 22 кг, Россия – 10 кг. Известны также следующие средние цифры по высокопроизводительному пчеловодству в США в 2000 годах: годовой доход от продажи меда составил 125 млн. долл., размер государственных дотаций – 46 млн. долл., 600 пчеловодов-профессионалов производят 75% товарного меда, средняя рентабельность пчеловодов 20%, каждый профессионал содержит 1500-2500 пчелиных семей, всего занято в пчеловодстве 2400 человек и привлекаются на неполный рабочий день 5000 человек. Таким образом, наша страна значительно отстает в мире по производительности труда как в целом по отрасли – сельскохозяйственному производству, так и в частности – в пчеловодстве. Одним из комплексных показателей оценки производительности труда является рентабельность производства или рентабельность труда. По аналогии с [37], запишем формулу для

оценки рентабельности труда  $P_T$  в пчеловодстве с учетом, что единицы измерения финансовых потоков будут выражены в денежных единицах (д.е.), единица измерения рентабельности труда будет выражаться в д.е./чел:

$$P_T = \frac{(\Pi - C) \cdot N \cdot M}{n_{np}} = \frac{(\Pi + D - Z_m - Z_{zn} - Z_{np}) \cdot N \cdot M}{n_{np}}, \quad (2.1)$$

где  $\Pi$  - цена единицы продукции, д.е./т;  $C$  - себестоимость продукции, д.е./т;  $N$  - среднее количество пчелиных семей, шт.;  $M$  - средняя медопродуктивность одной пчелиной семьи, т;  $n_{np}$  - средняя численность занятых в производстве;  $D$  - все виды дотаций, д.е./т;  $Z_m$  - затраты материальных ресурсов, д.е./т;  $Z_{zn}$  - заработная плата, д.е./т;  $Z_{np}$  - прочие затраты, д.е./т.

Отношение  $\frac{N}{n_{np}}$  - это фактически норма обслуживания, тогда формула (2.1) принимает вид:

$$P_T = (\Pi + D - C) \cdot H_{об} \cdot M. \quad (2.2)$$

В финансово-экономической деятельности известен также показатель рентабельность производства  $P_{np}$ , который рассчитывается как отношение прибыли к полной себестоимости производства и реализации товара. Выражение в скобках в формуле (2.2) представляет собой прибыль, и тогда формулу (2.2) можно представить в следующем виде:

$$P_T = P_{np} \cdot C \cdot H_{об} \cdot M, \quad (2.3)$$

Однако чаще всего себестоимость производства и реализации является неизвестной величиной, а известна рентабельность и закупочная цена продукции. В связи с этим формулу (2.3) лучше представить в виде:

$$P_T = \left( \Pi - \frac{\Pi}{P_{np} + 1} \right) \cdot H_{об} \cdot M = \Pi \cdot \left( 1 - \frac{1}{P_{np} + 1} \right) \cdot H_{об} \cdot M = \Pi \cdot \frac{P_{np}}{P_{np} + 1} \cdot H_{об} \cdot M, \quad (2.4)$$

Рассчитаем рентабельность труда в первой десятке стран с высокими показателями производительности труда и валовым сбором меда (Таблицы 2.1, 2.2). Как видно из таблиц 2.1-2.2, российские показатели рентабельности труда значительно ниже ведущих стран по пчеловодству. Однако у отдельных пчеловодов значение показателей будет выше за счет большей медопродуктивности и увеличения нормы обслуживания, а также за счет дохода от реализации дополнительной продукции (прополис, воск, маточное молочко,

получение дополнительных пчелосемей). Так, например, в Краснодарском крае лучше природные условия и выше показатели медопродуктивности, а также большее количество пчелосемей приходится на одного пчеловода. На основе данных по Краснодарскому краю установлено, что средняя медопродуктивность в регионе составляет 60 кг, среднее количество семей на одного пчеловода – 50 шт. Тогда при такой же закупочной цене, как и по всей России, с использованием полученной формулы (2.4) рентабельность труда в Краснодарском крае составит – 1940 долл./чел. Это практически в 5 раз выше, чем в среднем по России.

Таблица 2.1-Рейтинг стран по рентабельности труда частных пасек

№	Страна	Средняя медопродуктивность, кг/пчелосемью	Количество пчелиных семей на 1 пчеловода (частники)	Закупочная цена, долл/кг	Рентабельность производства, о.е.	Рентабельность труда, долл/чел	Валовой сбор меда в стране, тыс. т
1.	Канада	64	92	4,52	0,5	8871,25	33-40
2.	Турция	16	67,4	4,65	0,5	1671,52	80-95
3.	Дания	18	30	5,29	0,5	952,2	2,5
4.	<u>США</u>	25,2	26	4,19	0,5	907,83	70-100
5.	Украина	20	40	1,94	0,5	517,33	70
6.	Аргентина	40	78	0,48	0,5	499,2	60
7.	Россия	19,2	31	1,94	0,5	380,89	50-60
8.	<u>Китай</u>	33	35	0,19	0,5	73,15	400-450
9.	Мексика	27	5	0,77	0,5	34,65	55-60
10.	Индия	8,5	4	0,97	0,5	10,99	50-60

Таблица 2.2-Рейтинг стран по рентабельности труда промышленных пасек

№	Страна	Средняя медопродуктивность, кг/пчелосемью	Нормы обслуживания на промышленных пасеках	Закупочная цена, долл/кг	Рентабельность производства, о.е.	Рентабельность труда, долл/чел	Валовой сбор меда в стране, тыс. т
1	США	25,2	1500-2500	4,19	0,2	26400-44000	70-100
2	Канада	64	750	4,52	0,25	43392	33-40
3	Турция	16	280	4,65	0,25	4166	80-95
4	Дания	18	140	5,29	0,25	2666	2,5
5	Мексика	27	200	0,77	0,25	832	55-60
6	Аргентина	40	180	0,48	0,25	691	60
7	Украина	20	80	1,94	0,25	621	70
8	Россия	19,2	50	1,94	0,25	369	50-60

Проведем дальнейшее исследование рентабельности труда в производстве товарного меда для отдельного производителя. Так как в течение одного сезона медосбор бывает несколько раз, то преобразуем выражения (2.1, 2.2) и получим следующее:

$$P_T = \sum_{i=1}^n [(C_i - I_i) \cdot H_{об} \cdot M_i + \Pi_i], \quad (2.5)$$

где  $n$  – количество медосборов с реализацией товара;  $C_i$  - цена единицы продукции (сорта меда) при  $i$ -м медосборе, руб./кг;  $I_i$  - издержки производства при  $i$ -м медосборе (затраты на материалы, энергоресурсы, транспортные расходы, медицинские препараты и т.д.), руб./кг;  $M_i$  - средняя медопродуктивность пчелиной семьи при  $i$ -м медосборе, кг;  $\Pi_i$  - дополнительная прибыль от реализации побочных продуктов пчеловодства (продажа воска, прополиса, получение дополнительных отводков от семьи), руб.

Издержки могут быть постоянными  $I_{i\text{const}}$  – не зависящими от уровня автоматизации и механизации работ и переменными  $I_{i\text{var}}$  – зависящими от определенного уровня механизации, автоматизации и влияющими на норму обслуживания и медопродуктивность. В связи с этим, формула (2.5) приобретает вид:

$$P_T = \sum_{i=1}^n (C_i \cdot H_{об} \cdot M_i - I_{i\text{const}} \cdot H_{об} \cdot M_i - I_{i\text{var}} \cdot H_{об} \cdot M_i + \Pi_{i\text{don}}). \quad (2.6)$$

Таким образом, рентабельность труда пчеловода зависит от количества медосборов  $n$ : чем чаще пчеловод будет переезжать, тем больше будет рентабельность; сложившейся цены на данный сорт меда  $C_i$ , количества обслуживаемых пчелиных семей  $H_{об}$ , средней медопродуктивности пчелиной семьи при медосборе на конкретном медоносе  $M_i$ , постоянных и переменных издержек  $I_{i\text{const}}$ ,  $I_{i\text{var}}$  и дополнительной прибыли от продажи побочных продуктов пчеловодства  $\Pi_{i\text{don}}$ :

$$P_T = f(n, C, H_{об}, M, I_{const}, I_{var}, \Pi_{don}). \quad (2.7)$$

Если рентабельность будет стремиться к максимальному значению при определенных параметрах выражения (2.6), то это и будет целевой функцией для нашего случая:

$$P_T = \sum_{i=1}^n (C_i \cdot H_{об} \cdot M_i - I_{i\text{const}} \cdot H_{об} \cdot M_i - I_{i\text{var}} \cdot H_{об} \cdot M_i + \Pi_{i\text{don}}) \Rightarrow \max. \quad (2.8)$$

Проанализируем полученное выражение и определим направления повышения рентабельности труда пчеловодов.

В связи с разделением издержек формула определения рентабельности принимает вид:

$$P_{np} = \frac{\Pi}{I} = \frac{\Pi}{I_{const} + I_{var}}. \quad (2.9)$$

Произведем дальнейшие преобразования полученной формулы:

$$P_{np} \cdot I_{const} + P_{np} \cdot I_{var} = \Pi, \quad (2.10)$$

Разделим обе части на  $\Pi$  :

$$\frac{P_{np} \cdot I_{const}}{\Pi} + \frac{P_{np} \cdot I_{var}}{\Pi} = 1. \quad (2.11)$$

Введем обозначения:  $\frac{\Pi}{I_{const}} = P_c$  - рентабельность по постоянным издержкам,  $\frac{\Pi}{I_{var}} = P_{ам}$  - рентабельность по переменным издержкам, связанным с автоматизацией и механизацией труда.

С учетом принятых обозначений проведем дальнейшее преобразование формулы (2.11):

$$\frac{P_{np}}{P_c} + \frac{P_{np}}{P_{ам}} = 1 \Rightarrow P_{np} = \frac{P_c \cdot P_{ам}}{P_c + P_{ам}}. \quad (2.12)$$

В случае разделения издержек на большее количество составляющих, можно получить общую формулу для определения рентабельности производства:

$$\frac{1}{P_{np}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{P_i}, \quad (2.13)$$

где  $P_i$  - рентабельность по  $i$ -ой составляющей издержек.

Обозначим обратную величину рентабельности буквой  $g$  и назовем это затратностью, тогда формулу (2.13) можно представить в виде:

$$g_{np} = \sum_{i=1}^n g_i, \text{ для случая с автоматизацией } g_{np} = g_c + g_{ам} \quad (2.14)$$

С учетом принятых обозначений формула (2.4) принимает вид:

$$P_T = \Pi \cdot \frac{P_{np}}{P_{np} + 1} \cdot H_{об} \cdot M = \Pi \cdot \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n g_i} \cdot H_{об} \cdot M. \quad (2.15)$$

Для нашего случая с автоматизацией и механизацией формула (2.4) имеет следующий вид:

$$P_T = \Pi \cdot \frac{1}{1 + g_c + g_{ам}} \cdot H_{об} \cdot M. \quad (2.16)$$

Общую целевую функцию можно представить в виде:

$$P_T = \sum_{j=1}^m \Pi_j \cdot \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n g_i} \cdot H_{об} \cdot M_j \Rightarrow \max. \quad (2.17)$$

Проанализируем целевую функцию на примере пчеловодства в Краснодарском крае. Все пчеловоды условно подразделяются на две группы: первая группа – пчеловоды, у которых пчеловодство не является основным местом работы, и доходы от данного вида деятельности не являются основными; вторая группа – пчеловоды, у которых данный вид деятельности является основой содержания своей семьи. Для первой группы обычным производственным процессом являются две качки меда за сезон, а для второй – три качки за сезон. Дальнейший анализ будем проводить для второй группы пчеловодов, так как она является более перспективной для автоматизации и механизации основных производственных процессов. На основе статистических данных разобьем общую медопродуктивность на три составляющих  $M_1=M_2=15$  кг,  $M_3=30$  кг; соответственно цена на мед в течение этих трех периодов составит  $\Pi_1=6$  долл./кг,  $\Pi_2=8$  долл./кг,  $\Pi_3=1,5$  долл./кг. Определим существующую рентабельность труда при условии отсутствия существенной автоматизации и механизации труда. Для этого используем формулу (2.17) и, принимая постоянными норму обслуживания с уровнем рентабельности производства, для трехразовой качки получим:

$$\begin{aligned} P_T &= \Pi_1 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot H_{об} \cdot M_1 + \Pi_2 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot H_{об} \cdot M_2 + \Pi_3 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot H_{об} \cdot M_3 = \\ &= 6 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot 50 \cdot 15 + 8 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot 50 \cdot 15 + 1,5 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot 50 \cdot 30 = 1500 + 2000 + 750 = \\ &= 4250 \text{ долл./чел.} \end{aligned} \quad (2.18)$$

В последнее время часть пчеловодов ориентирована на определенные сорта меда. Это дает возможность дороже продать продукцию, но с определенной потерей в медопродуктивности. В таких случаях количество качек меда за сезон может увеличиваться. Однако рационально проводить все-таки

четыре качки – одна качка по определенному сорту меда. Произведем расчет рентабельности труда с учетом четырех качек, при этом разобьем первую качку по медопродуктивности на две составляющих и один из этих медов будет реализовываться по цене *12 долл./кг*. Получим следующую рентабельность труда:

$$P_T = Ц_1 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot H_{об} \cdot M_1 + Ц_2 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot H_{об} \cdot M_2 + Ц_3 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot H_{об} \cdot M_3 + \\ Ц_4 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot H_{об} \cdot M_4 = 6 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot 50 \cdot 7 + 12 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot 50 \cdot 8 + 8 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot 50 \cdot 15 + \\ + 1,5 \cdot \frac{1}{1+2} \cdot 50 \cdot 30 = 700 + 1600 + 2000 + 750 = 5050 \text{ долл./чел.} \quad (2.19)$$

Дальнейшее увеличение количества качек может привести к ослаблению пчелиных семей, что приведет к снижению их медопродуктивности и, как следствие, к снижению рентабельности труда.

Ранее было установлено, что в соответствии с нормами, принятыми в пчеловодстве, максимальное количество пчелосемей, которые может обслужить пчеловод, равно 50 шт. Применение современных электротехнологических методов и средств может существенно повысить производительность труда пчеловода. В результате анализа технологического процесса производства товарного меда установлено, что существует 3 группы технологических операций в зависимости от потенциальной возможности их совершенствования с использованием электротехнологии (рисунок 2.1).

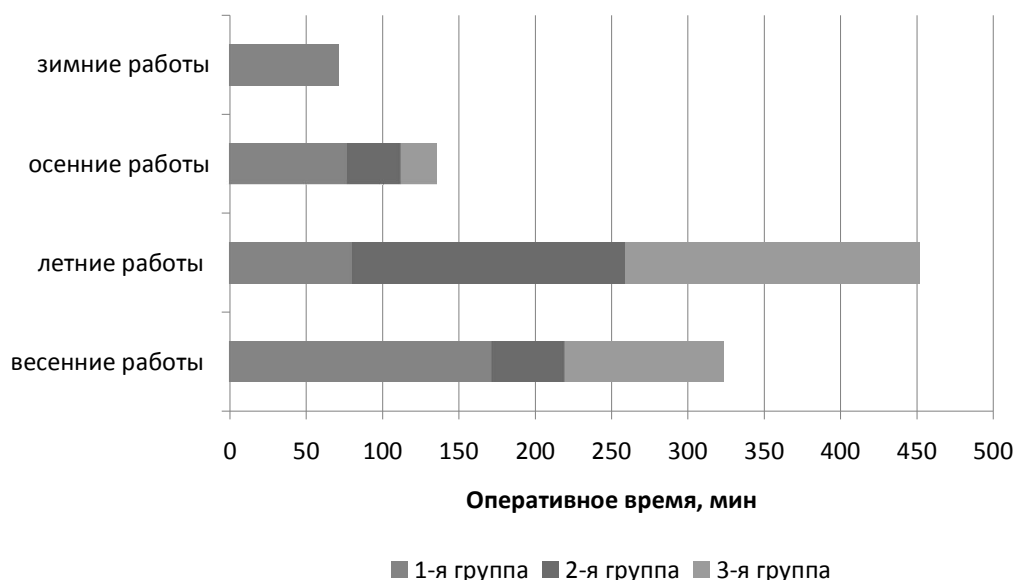


Рисунок 2.1 – Гистограмма по распределению оперативного времени обслуживания пчелиных семей в году

Первая группа не поддается совершенствованию без кардинального изменения системы пчеловодения. В первую группу входят операции, связанные с осмотром, переформированием, работой с рамками, маткой в улье, формированием отводков. Вторая группа – это ветеринарно-санитарные ме-



роприятия. Гистограмма на рисунке 2.1 наглядно показывает, что 40 % всех трудозатрат в летний период направленно на профилактику и лечение болезней пчел.

В третью группу технологических операций входят: осмотр плохо перезимовавших семей, замена маток в неблагополучных семьях, наващивание рамок, кормление пчел, откачка меда. Это технологические действия, на трудоемкость которых в большей мере влияет применение эффективного автоматизированного электрооборудования. Трудоемкость второй и третьей группы технологических операций можно многократно снизить внедрением высокоавтоматизированного и механизированного оборудования.

Оперативное время технологических операций, связанных с профилактикой и лечением болезней пчел, дезинфекцией ульев и пчелоинвентаря, подкормкой и откачкой меда составляет: в весенний период – 30 %; в летний период – 50 %; в осенний период – 12 %, в зимний – 8%. Таким образом, есть большой потенциал по снижению трудоемкости работ, особенно в самый важный – летний период. Пропорционально трудозатратам имеют место и финансовые затраты, связанные с закупкой лекарств, дополнительными затратами на привлечение рабочей силы, транспортировкой. Финансовые затраты в зимний и осенний периоды можно пропорционально разнести на весенний и летний периоды. Тогда денежные затраты в весенний и летний периоды составят соответственно 40% и 60%. Таким образом рентабельность производства в весенний период составит 0,6, а в летний – 0,4. С учетом полученной рентабельности, используя выражение (2.17), пересчитаем рентабельность труда пчеловода:

$$\begin{aligned}
 P_T = & \text{Ц}_1 \cdot \frac{1}{1+1,67} \cdot H_{об} \cdot M_1 + \text{Ц}_2 \cdot \frac{1}{1+1,67} \cdot H_{об} \cdot M_2 + \text{Ц}_3 \cdot \frac{1}{1+2,5} \cdot H_{об} \cdot M_3 + \\
 & + \text{Ц}_4 \cdot \frac{1}{1+2,5} \cdot H_{об} \cdot M_4 = 6 \cdot \frac{1}{1+1,67} \cdot 50 \cdot 7 + 12 \cdot \frac{1}{1+1,67} \cdot 50 \cdot 8 + 8 \cdot \frac{1}{1+2,5} \cdot 50 \cdot 15 + \\
 & + 1,5 \cdot \frac{1}{1+2,5} \cdot 50 \cdot 30 = 787 + 1798 + 1714 + 643 = 4941 \text{ долл./чел.}
 \end{aligned}
 \tag{2.20}$$

Анализ полученных выражений показывает, что наиболее рентабельными являются второй и третий периоды.

Дополним выражения (2.18-2.20) затратностью, связанной с автоматизацией и механизацией основных производственных процессов. Также нужно учесть следующее обстоятельство - если пчеловод поднимает уровень автоматизации, то финансовые затраты на закупку нового оборудования будут, скорее всего, произведены единовременно и их компенсацию лучше всего разнести на весь сезон соответственно доходам. Тогда в формулу (2.17), по которой можно рассчитывать рентабельность в каждый период, будет входить одинаковый уровень затратности по всем периодам – качкам меда. В зависимости от уровня автоматизации и механизации изменяется норма обслуживания. Учитывая расчеты по рентабельностям труда в других странах, по-

веденные ранее, и то, что пчеловоды в Краснодарском крае при существующем количестве пчелиных семей на одного пчеловода уже имеют определенное оборудование для снижения трудоемкости работ, была получена следующая формула для расчета рентабельности труда в отдельный период:

$$P_T = Ц \cdot \frac{1}{1 + g_c + g_{ам}} \cdot 200 \cdot g_{ам} \cdot M, \quad (2.21)$$

где  $200 \cdot g_{ам} = H_{об}$  - эмпирическая формула для расчета нормы обслуживания.

Тогда для пчеловодства Краснодарского края, при  $H_{об} = 50$ , уровень затратности будет равен  $g_{ам} = 0,25$ .

С учетом всего выше сказанного рентабельность труда составит:

$$\begin{aligned} P_T = & Ц_1 \cdot \frac{1}{1 + 1,67 + 0,25} \cdot 200 \cdot 0,25 \cdot M_1 + Ц_2 \cdot \frac{1}{1 + 1,67 + 0,25} \cdot 200 \cdot 0,25 \cdot M_2 + \\ & + Ц_3 \cdot \frac{1}{1 + 2,5 + 0,25} \cdot 200 \cdot 0,25 \cdot M_3 + Ц_4 \cdot \frac{1}{1 + 2,5 + 0,25} \cdot 200 \cdot 0,25 \cdot M_4 = \\ & 6 \cdot \frac{1}{1 + 1,67 + 0,25} \cdot 50 \cdot 7 + 12 \cdot \frac{1}{1 + 1,67 + 0,25} \cdot 50 \cdot 8 + 8 \cdot \frac{1}{1 + 2,5 + 0,25} \cdot 50 \cdot 15 + \\ & + 1,5 \cdot \frac{1}{1 + 2,5 + 0,25} \cdot 50 \cdot 30 = 719 + 1644 + 1600 + 600 = 4563 \text{ долл./чел.} \end{aligned} \quad (2.22)$$

Полученный результат находится в том же диапазоне, что и по расчетам полученным ранее.

Проведем оптимизацию параметров целевой функции (2.17). Оптимизацию проведем для четырех пороговых значений рентабельности труда: 10000 долл./чел., 20000 долл./чел., 30000 долл./чел., 40000 долл./чел. Это будут четыре уровня автоматизации и механизации основных технологических процессов в пчеловодстве.

Известно, что чем выше уровень автоматизации и механизации основных процессов в пчеловодстве, тем будет ниже медопродуктивность одной пчелосемьи. Это связано с невозможностью индивидуального подхода к каждой пчелосемье, нельзя качественно обрезать рамки перед качкой на автоматизированных установках, при качке на медогонках с электроприводом возможны поломки и обрывы рамок, повреждения вошин и т.д., что приводит к дополнительным энергетическим затратам пчелиной семьи на восстановление всех повреждений. Также с повышением уровня автоматизации и, соответственно, увеличением количества семей на пасеках, пчеловод вынужден заниматься только оптовой продажей меда. Тогда как при небольшом количестве пчелосемей часть меда пчеловод продает в розницу с повышенным уровнем цены за один килограмм этого продукта. Таким образом, при наивысшем уровне автоматизации и механизации (четвертом уровне в соответствии с предложенной классификацией) на 20-25% произведение медопродук-

дуктивности отдельной семьи на цену одного килограмма меда будет ниже базового начального уровня. Разобьем общее снижение на четыре интервала и аппроксимируем это снижение наиболее подходящим математическим выражением, в результате получим следующую формулу целевой функции:

$$P_T = \sum_{j=1}^m H_{об} \cdot \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n g_i} \cdot C_j \cdot M_j \cdot k_{сам} = \sum_{j=1}^4 200 \cdot g_{ам} \cdot \frac{1}{1 + g_c + g_{ам}} \cdot C_j \cdot M_j \cdot 0,9 \cdot g_{ам}^{-0,074} \Rightarrow \max \quad (2.23)$$

где  $k_{сам}$  - коэффициент снижения цены и медопродуктивности при автоматизации и механизации основных технологических процессов,  $0,9 \cdot g_{ам}^{-0,074}$ .

При оптимизации на первый уровень автоматизации и механизации введем следующие ограничения: цена меда и медопродуктивность не повышаются более чем на 10%, так как на эти показатели трудно или почти невозможно влиять пчеловоду; затратность по основному производству  $g_c$  оставляем постоянной с равными значениям по предыдущему примеру; норма обслуживания вычисляется по результату оптимизации по формуле  $200 \cdot g_{ам} = H_{об}$ . Тогда целевая функция и результат оптимизации имеют вид:

$$P_T = \frac{200 \cdot g_{ам}}{1 + 1,67 + g_{ам}} \cdot C_1 \cdot M_1 \cdot 0,9 \cdot g_{ам}^{-0,074} + \frac{200 \cdot g_{ам}}{1 + 1,67 + g_{ам}} \cdot C_2 \cdot M_2 \cdot 0,9 \cdot g_{ам}^{-0,074} + \\ + \frac{200 \cdot g_{ам}}{1 + 2,5 + g_{ам}} \cdot C_3 \cdot M_3 \cdot 0,9 \cdot g_{ам}^{-0,074} + \frac{200 \cdot g_{ам}}{1 + 2,5 + g_{ам}} \cdot C_4 \cdot M_4 \cdot 0,9 \cdot g_{ам}^{-0,074} \Rightarrow 10000 \quad (2.24)$$

Поиск оптимального решения проводим по специальному приложению *MS EXCEL* итерационным способом на основе метода Ньютона. Результаты поиска оптимального решения приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Результаты поиска оптимального решения для первого уровня автоматизации и механизации

Периоды качки меда												Общие показатели		
1			2			3			4					
$C_1$	$M_1$	$P_{m1}$	$C_2$	$M_2$	$P_{m2}$	$C_3$	$M_3$	$P_{m3}$	$C_4$	$M_4$	$P_{m4}$	$H_{об}$	$g_{ам}$	$P_m$
6,01	7,01	1549	12,02	8,03	3542	8,03	15	3542	1,55	30	1367	132	0,66	$10^4$

Аналогично проведен поиск оптимального решения для остальных уровней автоматизации и механизации, а все результаты сведены в таблицу 2.4.

Как видно из полученных результатов, при наращивании степени автоматизации можно довести рентабельность труда до уровня, характерного для передовых стран, и при этом норма обслуживания также возрастет до значе-

ний, равных значениям таких стран как США и Канада. Дальнейшее наращивание рентабельности труда возможно, но проводить его нужно только через увеличение медопродуктивности пчелиных семей, которое осуществляется различными методами и способами.

Таблица 2.4 – Результаты поиска оптимального решения для четырех уровней автоматизации и механизации

Уровни автоматизации	Составляющие рентабельности труда по периодам				Общая рентабельность труда $P_m$	Норма обслуживания $H_{об}$	Затратность, $g_{ам}$
	1	2	3	4			
1	1549	3542	3542	1367	10000	132	0,66
2	3003	6867	7253	2878	20000	375	1,88
3	4385	10047	11231	4336	30000	891	4,46
4	5865	13405	15534	5196	40000	1576	7,88

## 2.2 Теоретические положения повышения медопродуктивности пчелиных семей с использованием электротехнологий

Как уже отмечалось в первой главе, продуктивность пчелиных семей пропорциональна квадрату степени ее развития, что можно выразить соответствующей формулой:

$$P_T = \sum_{j=1}^m H_{об} \cdot \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n g_i} \cdot C_j \cdot M_j \cdot k_{сам} \cdot k_e^2 \Rightarrow \max, \quad (2.25)$$

где  $k_e$  - коэффициент, характеризующий степень развития пчелиной семьи

Необходимо определить влияние электротехнологии на степень развития пчелиных семей. Интенсивность весеннего развития пчелиных семей зависит от сложного комплекса внешних и внутренних факторов (рис.2.2). Имеется первая группа факторов: природно-климатические и медосборные условия местности. Однако человек не может существенно воздействовать на эту группу. Вместе с тем, на отдельные факторы можно повлиять: определить основные направления специализации пчеловодства, его рационального размещения; более полное использовать кормовую базу, включая перевозки семей к источникам медосбора; проводить опыление энтомофильных культур; применять те или иные методы разведения и содержания пчел; производить выбор породы пчел на основе научного обоснования с учетом приспособленности к местным условиям.

Вторая группа факторов связана с созданием внутри гнезда наиболее

благоприятных условий для нормальной жизнедеятельности самой пчелиной семьи. Эта группа факторов может наиболее успешно подвергаться воздействию деятельности человека по следующим направлениям.

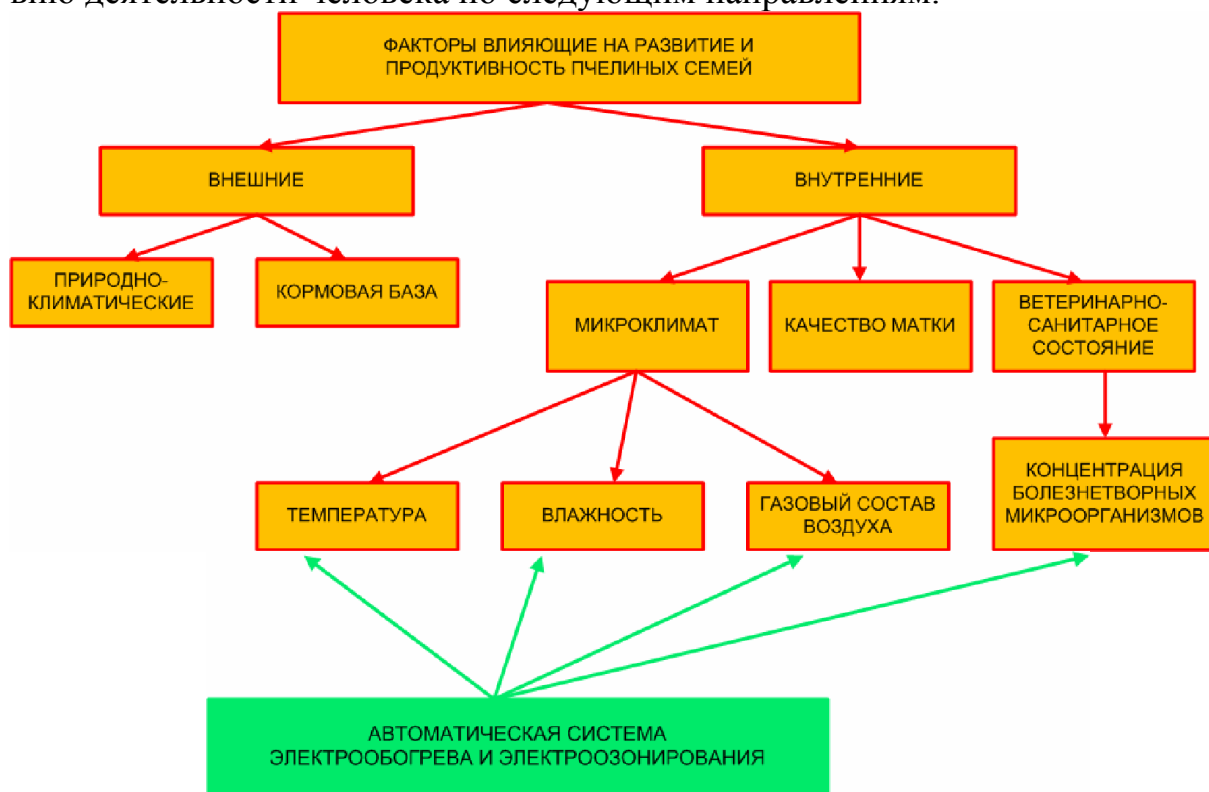


Рисунок 2.2 – Влияние электрообогрева и озонирования на группу факторов развития и продуктивности пчелиных семей

Использование молодых высокопродуктивных маток, поскольку сила и продуктивность находятся в прямой зависимости от их качества способности откладывать большое количество яиц. Семья никогда не станет сильной, если матка в ней имеет низкую яйценоскость.

Обеспечение оптимального микроклимата пчелиного жилища — важное условие интенсивного роста семей. Для нормального развития расплода в гнезде пчел необходима относительно высокая температура (34—35 °С), на поддержание которой пчелы затрачивают много энергии и соответственно корма. Относительная влажность в период роста и развития расплода также сказывается на качестве выращенных пчел. Влажность изменяет содержание воды в тканях пчел, а в связи с этим оказывает влияние на массу тела, размер тергитов.

Газовый состав (содержание кислорода и диоксида углерода) в гнезде семьи пчел непостоянен и зависит от целого ряда факторов: физиологического состояния пчелиной семьи (наличия расплода и интенсивности его выращивания, численности пчел, роевого состояния), периода сезона, места в гнезде и уровня его аэрации. Обычно в центральной части гнезда концентрация диоксида углерода выше, чем на его периферии, а концентрация кислорода убывает от периферии к центру гнезда. Весной в период весеннего рос-

та, вследствие интенсивного обмена веществ, имеет место повышенное содержание диоксида углерода  $\text{CO}_2$ , что часто является затормаживающим фактором роста, а при повышении концентрации  $\text{CO}_2$  более 4 % пчелы начинают активно вентилировать гнездо, что приводит к дополнительному износу особей и дополнительному расходу корма [25, 142, 157-160].

В семьях, пораженных инфекционными и инвазионными болезнями, наблюдается значительный отход взрослых пчел, уменьшается количество выращиваемого расплода. В результате пчелиные семьи слабеют и могут погибнуть, если не будут приняты срочные меры по их оздоровлению. Профилактика и борьба с болезнями и вредителями пчел является очень важным условием улучшения развития семей и их продуктивности.

Данная группа факторов наиболее доступна вмешательству человека и может повлиять на ход весеннего развития пчелиных семей и их продуктивность. Физические свойства озона позволяют повышать температуру и содержание кислорода в газовом составе внутриульевого воздуха, а также снижать концентрацию болезнетворных микроорганизмов. Бактерицидное действие озона объясняют высокой реакционной активностью, способностью повреждать как липиды, так и белки, окисляя СН-, ОН- и СОН- группы аминокислот, а также ненасыщенные жирные кислоты [49]. В зависимости от дозы и времени действия повреждаются различные клеточные органеллы и ядерный аппарат. Озон окисляет оболочки микробных клеток, затрудняя или прекращая внешний обмен веществ, и наконец, обладая высоким редокс-потенциалом делает иным электрический заряд микробной оболочки, что нарушает её проницаемость в биологические объекты [50, 117-120].

Пчелы, как представители насекомых являются достаточно выносливыми даже к высоким концентрациям озона [49]. Это позволяет предположить отсутствие вредного воздействия на пчел при концентрациях достаточных для бактерицидного воздействия, но требует экспериментального подтверждения. Известно также [49, 78], что в процессе своего эволюционного развития пчелы находились и сформировались в окружающей среде с большей концентрацией озона в воздухе, чем в настоящее время, т.к. пчелы жили в дуплах на высоте у крон деревьев, в больших широколиственных лесах, где концентрация озона значительно выше.

Дезинфицирующие свойства озона позволяют существенно снизить концентрацию болезнетворных микроорганизмов во внутриульевом составе воздуха. Улучшение этого параметра микроклимата позволит улучшить обмен веществ у пчел, за счет снижения нагрузки иммунной системы, и этим улучшить интенсивность весеннего развития, так как известно, что пчелиные особи в семьях с неблагоприятной санитарной обстановкой или отягощенные заболеваниями имеют более низкую воспитательную способность и, следовательно, выкармливают меньше личинок на одну особь [142, 157-160], что существенно тормозит весеннее развитие пчелиных семей.

Проанализируем процессы, происходящие при образовании и распаде озона. Озон  $\text{O}_3 (\text{O}^{+4} \text{O}_2^{-2})$  - соединение четырехвалентного кислорода, термо-

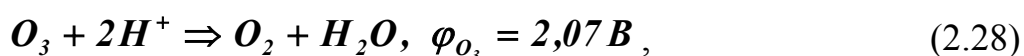
динамически неустойчивое. Энтальпия образования озона -  $\Delta_{обр} H_{298}^{\circ}(O_3) = 142,3 \text{ кДж / моль}$ , следовательно, процесс образования озона из кислорода эндотермический и в стандартных условиях не протекает [142, 157-160]:



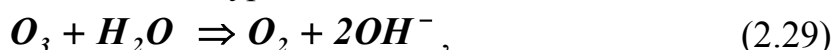
В связи с этим, в обычных условиях равновесие смещается в сторону разложения  $O_3$ , которое сопровождается выделением молекулярного  $O_2$ , атомарного кислорода  $O$  и выделением энергии:



Этот процесс обуславливает сильные окислительные свойства озона. Редокс-потенциал  $\varphi_{i_3}$  (окислительно-восстановительный) озона один из самых высоких:



Жидкая вода окисляется озоном по уравнению:



тепловой эффект этой реакции экзотермический:

$$\Delta_p H^{\circ} = 2 \Delta_{обр} H_{298}^{\circ}(OH^-) - \Delta_{обр} H_{298}^{\circ}(H_2O) - \Delta_{обр} H_{298}^{\circ}(O_3), \quad (2.30)$$

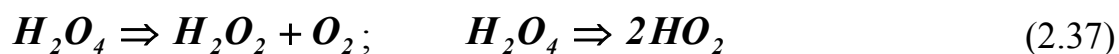
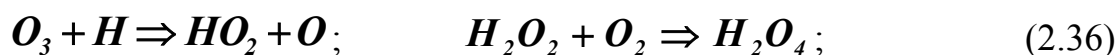
$$\Delta_{обр} H_{298}^{\circ}(O_3) = 142,3, \text{ кДж / моль}; \quad (2.31)$$

$$\Delta_{обр} H_{298}^{\circ}(H_2O) = -241, \text{ кДж / моль}; \quad (2.32)$$

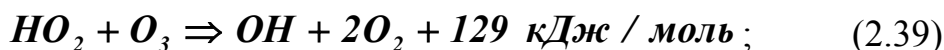
$$\Delta_{обр} H_{298}^{\circ}(OH^-) = -230, \text{ кДж / моль}; \quad (2.33)$$

$$\Delta_p H^{\circ} = 2(-230) - (-241) - 142 = -354,5, \text{ кДж / моль}. \quad (2.34)$$

Гидроксил ( $OH$ ) ненасыщенное и очень реакционно-способное соединение:



Поверхность улья покрыта тонким слоем прополиса, который представляет собой органическое соединение, содержащее летучие эфиры, зольные компоненты: 55% смол и бальзамов, 10% летучих эфирных масел, 30-35% воска и 5% цветочной пыльцы. Аминосодержащие соединения (амины, аминокислоты и др.) окисляются озоном по тому же механизму, что и атомарным кислородом:



Озон реагирует с органическими и неорганическими радикалами, возникающими при разложении органических веществ. Таким образом, начинается

цепная реакция экзотермического характера. Количественно подсчитать выделившуюся энергию представляется затруднительно, так как озон является катализатором целой системы реакций, большая часть которых протекает без его непосредственного участия. Следовательно, можно выделить следующие процессы, сопровождающие электроозонирование воздуха в улье:

1) выделение кислорода ( $O_2$ ), что снижает потребность пчелиной семьи в дополнительном воздухообмене;

2) выделение энергии, т.к. все процессы являются экзотермическими, что способствует осушению воздуха в улье до оптимальной влажности (80-85%), а это позволяет сократить воздухообмен на удаление метаболической влаги и экономить энергию пчелиной семьи;

3) при получении озона идет выделению тепловой энергии и получаемая озоноздушная смесь имеет более высокую температуру, чем температура окружающего воздуха, то есть уменьшаются энергия пчелиной семьи в весенний период на подогрев внутриульевого пространства;

4) дезинфекция внутренних поверхностей улья.

Одним из наиболее важных факторов, влияющих на жизнедеятельность и развитие пчелиной семьи, является состояние внутреннего микроклимата. Широкий ареал обитания медоносных пчел обусловлен тем, что в процессе многомиллионной эволюции общественного образа жизни они приспособились коллективными усилиями регулировать параметры микроклимата своего жилища. Пчелиная семья обладает способностью теплообразования и терморегуляции, управления режимом влажности и газового состава воздуха. Благодаря этому, пчелиная семья в состоянии жить в условиях, где диапазон годовых колебаний температур достигает почти  $100\text{ }^\circ\text{C}$  [25, 142, 157-160].

Основным параметром внутреульевого микроклимата является температурный режим. Прежде всего, он определяется жизнедеятельностью и состоянием самой семьи, хотя и находится в определенной зависимости от температуры окружающей среды. Механизм выработки теплоты у пчел основан на мышечной активности. Температурный режим гнезда пчел стабилизируется с момента откладки яиц маткой и появления расплода. В активный период сезона относительно стабильная температура в гнезде поддерживается в зоне размещения расплода. Оптимальная температура в постэмбриональный период составляет  $34,6\text{—}35,4\text{ }^\circ\text{C}$ . Наибольшие колебания температуры в области расплода ( $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ ) отмечаются на периферии гнезда со стороны, противоположной летку. Самую стабильную температуру пчелы поддерживают на участках сотов с яйцами и молодыми личинками. С увеличением возраста личинок температура начинает колебаться в пределах  $\pm 0,5\text{ }^\circ\text{C}$ , а с началом запечатывания расплода - в пределах  $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ .

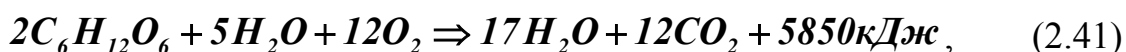
Температура и влажность воздуха взаимосвязаны. В летний период влажность воздуха в гнезде колеблется от 25 до 100 % в зависимости от состояния семьи, периода сезона, погодных условий и времени суток. Наиболее высокая относительная влажность воздуха (85—95 %) поддерживается в зоне размещения открытого расплода. При 45%-ной относительной влажности



воздуха яйца высыхают и из них не вылупляются личинки, а при 50—55%-ной погибает до 40 % эмбрионов. Оптимальная относительная влажность для эмбрионального развития в яйце — 70—85 %. Относительная влажность в период роста и развития расплода сказывается на качестве выращенных пчел. Она изменяет содержание воды в тканях пчел, а в связи с этим оказывает влияние на массу тела, размер тергитов. От влажности окружающего воздуха зависит продолжительность жизни взрослых пчел. Так, при содержании рабочих пчел в энтомологических садках продолжительность их жизни при 25%-ной влажности воздуха наибольшая, а наименьшая — при 97%-ной. Установлено [25, 158], что излишняя влажность способствует появлению и усилению таких опасных заболеваний, как нозематоз, акарапидоз, варроатоз, европейский гнилец и др.

Газовый состав в гнезде семьи пчел непостоянен и зависит от целого ряда факторов: физиологического состояния пчелиной семьи (наличия расплода и интенсивности его выращивания, численности пчел, роевого состояния), периода сезона, места в гнезде и уровня его аэрации. Обычно в центральной части гнезда концентрация диоксида углерода выше, чем на его периферии, а концентрация кислорода убывает от периферии к центру гнезда. При повышенной концентрации  $CO_2$  в улье (8—11 %) пчелы быстрее изнашиваются и гибнут, семьи выходят из зимовки ослабленными, что задерживает процесс их весеннего развития. Поэтому, при повышении концентрации диоксида углерода в клубе более чем на 4 %, пчелы начинают активно вентилировать гнездо.

Для обеспечения роста, жизнедеятельности, воспроизведения потомства, поддержания микроклимата и взаимодействия с окружающей средой пчелиные особи должны получать углеводы, жиры, белки, минеральные вещества, воду. Поступив в организм эти вещества, участвуют в обменных процессах, в результате которых они расщепляются на более простые соединения с выделением большого количества энергии. Основным энергетическим носителем и кормом в количественном отношении является мед. Окисление меда в организме пчел с учетом содержания в углеводистом корме 20% воды протекает по следующей химической реакции [142, 157, 158]:



Для выявления количества потерь тепла пчелиной семьей, воспользуемся формулой :

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{вент}} + P_{\text{огр}}, \quad (2.42)$$

где  $P_{\text{вент}}$  - тепловые потери улья в результате воздухообмена, Вт;  $P_{\text{огр}}$  - тепловые потери улья через ограждения, Вт.

Как уже отмечалось [142, 157-160] поглощение кислорода из свежего воздуха компенсируется выделением такого же объема углекислого газа, поэтому дыхательный коэффициент при окислении углеводов равен 1 ( $0,118 CO_2: 0,118 O_2 = 1$ ). Объем воздуха, требуемый на удаление метаболической

влаги выше объема воздуха, для протекания реакции окисления, в среднем в 18 раз [142, 157-160]. Минимальный расход воздуха для удаления образующейся в улье влаги  $Q_{вент}$  будет равен:

$$Q_{вент} = \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_в}, \quad (2.43)$$

где  $l_{вых}$  - абсолютное влагосодержание выходящего воздуха, г/м<sup>3</sup>;  $l_в$  - абсолютное влагосодержание входящего воздуха, г/м<sup>3</sup>,  $q_{H_2O_{пч}}$  - количество воды, выделившееся в результате окисления корма пчелами,  $q_{H_2O_{пч}} = 0,68 \cdot G_k$ , г/ч;  $G_k$  - расход корма пчелами, г/ч.

При удалении из улья обогащенный парами воды воздух, удаляется из него и тепло. Такого типа потери можно рассчитать по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta P_{вент} &= (\rho_0 \cdot c_в \cdot Q_{вент} + q_{H_2O_в} \cdot c_{H_2O}) \cdot \Delta t_в = \left( \rho_0 \cdot c_в \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_в} + \frac{q_{H_2O_{пч}} \cdot l_в}{l_{вых} - l_в} \cdot c_{H_2O} \right) \cdot \Delta t_в = \\ &= \left( \frac{\rho_0 \cdot c_в}{l_{вых} - l_в} + \frac{c_{H_2O} \cdot l_в}{l_{вых} - l_в} \right) \cdot q_{H_2O_{пч}} \cdot \Delta t_в = (\rho_0 \cdot c_в + c_{H_2O} \cdot l_в) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_в} \cdot \Delta t_в = \\ &= \frac{1}{3,6} (1,3 \cdot 1,01 + 4,19 \cdot 10^{-3} \cdot l_в) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_в} \cdot \Delta t_в = (0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot l_в) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_в} \cdot \Delta t_в \end{aligned} \quad (2.44)$$

где  $\rho_0$  - плотность воздуха, 1,3 кг/м<sup>3</sup> при температуре 0-10 °С;  $\Delta t_в$  - изменение температуры входящего и выходящего воздуха, °С,  $c_в$  - теплоемкость воздуха, 1,01·10<sup>3</sup> Дж/кг·град;  $c_{H_2O}$  - теплоемкость воды, 4,19·10<sup>3</sup> Дж/кг·град.

Используя данные литературы [142], где в зависимости от относительной влажности воздуха, относительной влажности воздуха и его расхода, а также принятой температуре внутри улья 10°С, были получены значения расхода корма пчелами (табл. 2.5).

На основании табличных данных построены графики зависимости тепловых потерь в улье от температуры наружного воздуха и его относительной влажности (рис.2.3). Из приведенных графиков видно, что при изменении температуры наружного воздуха от -15 до 8°С и изменении влажности наружного воздуха от 60 до 100% потери уменьшаются от 4-5 Вт до 0,2-0,4 Вт.

На вид таких характеристик также оказывает влияние температура внутри клуба пчел. На основе данных литературы [142], могут быть построены графики для отдельных влажностей воздуха и в зависимости от температуры внутри клуба, так например, для влажности воздуха 80% представлены на рисунке 2.4. Анализ графиков на рисунке 2.4 показывает что изменение

температуры внутри клуба  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  приводит к изменению тепловых потерь при температуре наружного воздуха  $-15^{\circ}\text{C}$  -  $\pm 1$  Вт, а при температуре  $5^{\circ}\text{C}$  -  $\pm 0,5$  Вт. Полученные зависимости справедливы для зимнего (спокойного) состояния пчел, когда они находятся в клубе. Если пчелы перейдут в активную фазу, связанную с закладкой маткой личинок и пчелиный клуб распадется, то эти зависимости резко изменятся.

Таблица 2.5- Потребление корма, расход воздуха, влагосодержание воздуха при различных значениях наружной температуры и относительных влажностях, при температуре выходящего воздуха из клуба  $10^{\circ}\text{C}$ .

$\varphi$ , %	$t_n$ , $^{\circ}\text{C}$	$Q_{\text{вент}}$ , $\text{M}^3/\text{ч}$	$l_e$ , $\text{Г}/\text{M}^3$	$l_{\text{вых}}$ , $\text{Г}/\text{M}^3$	$G_k$ , $\text{Г}/\text{ч}$
60	-15	0,44	0,98	5,85	3,186
	-10	0,4	1,35	5,85	2,647
	-5	0,3	2,03	5,85	1,704
	0	0,21	3,00	5,85	0,882
	5	0,17	4,28	5,85	0,386
	10	0	5,85	5,85	0,010
70	-15	0,45	1,14	6,83	3,802
	-10	0,42	1,58	6,83	3,217
	-5	0,31	2,36	6,83	2,051
	0	0,24	3,5	6,83	1,176
	5	0,17	4,99	6,83	0,466
	10	0	6,83	6,83	0,01
80	-15	0,53	1,20	7,60	5,190
	-10	0,46	2,00	7,60	3,851
	-5	0,32	2,90	7,60	2,255
	0	0,26	4,00	7,60	1,391
	5	0,29	5,5	7,60	0,92
	10	0,3	7,5	7,60	0,01
90	-15	0,50	1,46	8,78	5,377
	-10	0,46	2,03	8,78	4,512
	-5	0,36	3,04	8,78	3,013
	0	0,31	4,50	8,78	1,934
	5	0,40	6,41	8,78	1,39
	10	0	8,78	8,78	0,01
100	-15	0,53	1,63	9,75	6,288
	-10	0,47	2,25	9,75	5,130
	-5	0,40	3,38	9,75	3,750
	0	0,38	5,00	9,75	2,636
	5	0,48	7,13	9,75	1,861
	10	0,48	9,75	9,75	0,01

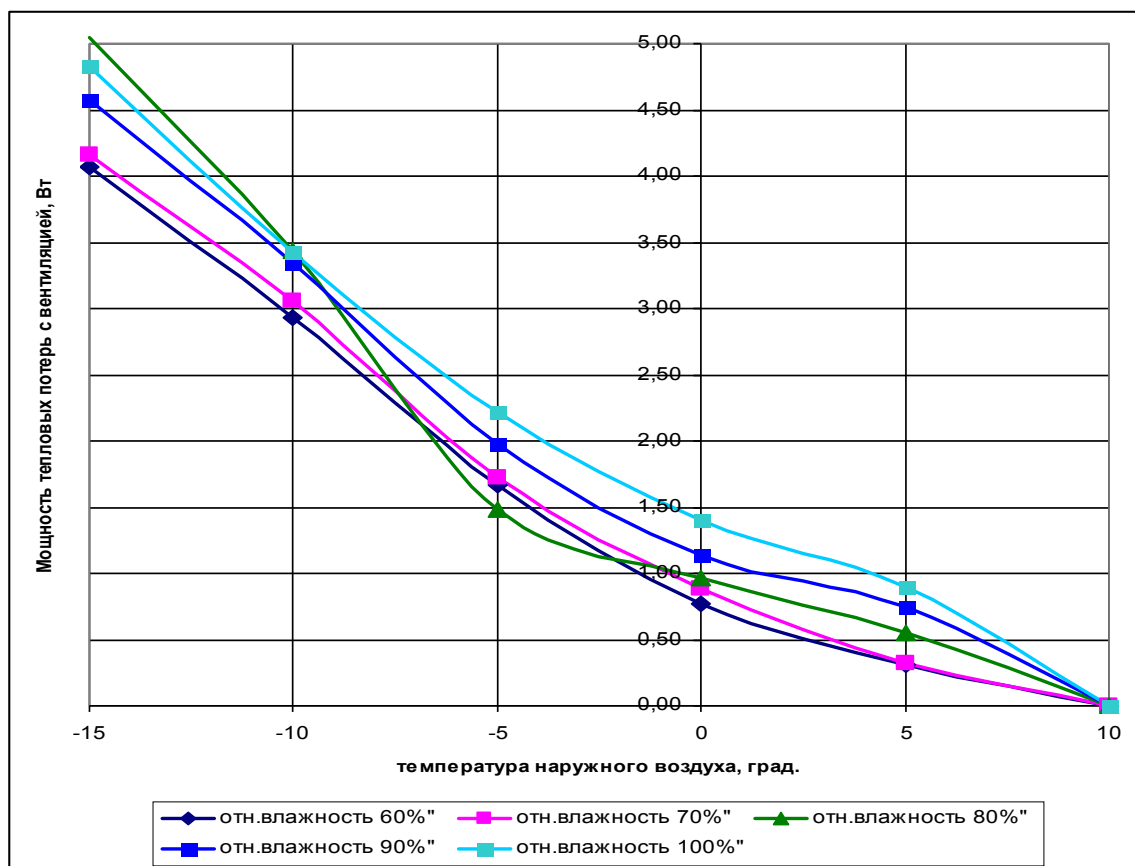


Рисунок 2.3 – Зависимости потерь тепловой мощности вентиляции от температуры наружного воздуха, его влажности и температуре выходящего воздуха из клуба 10°C

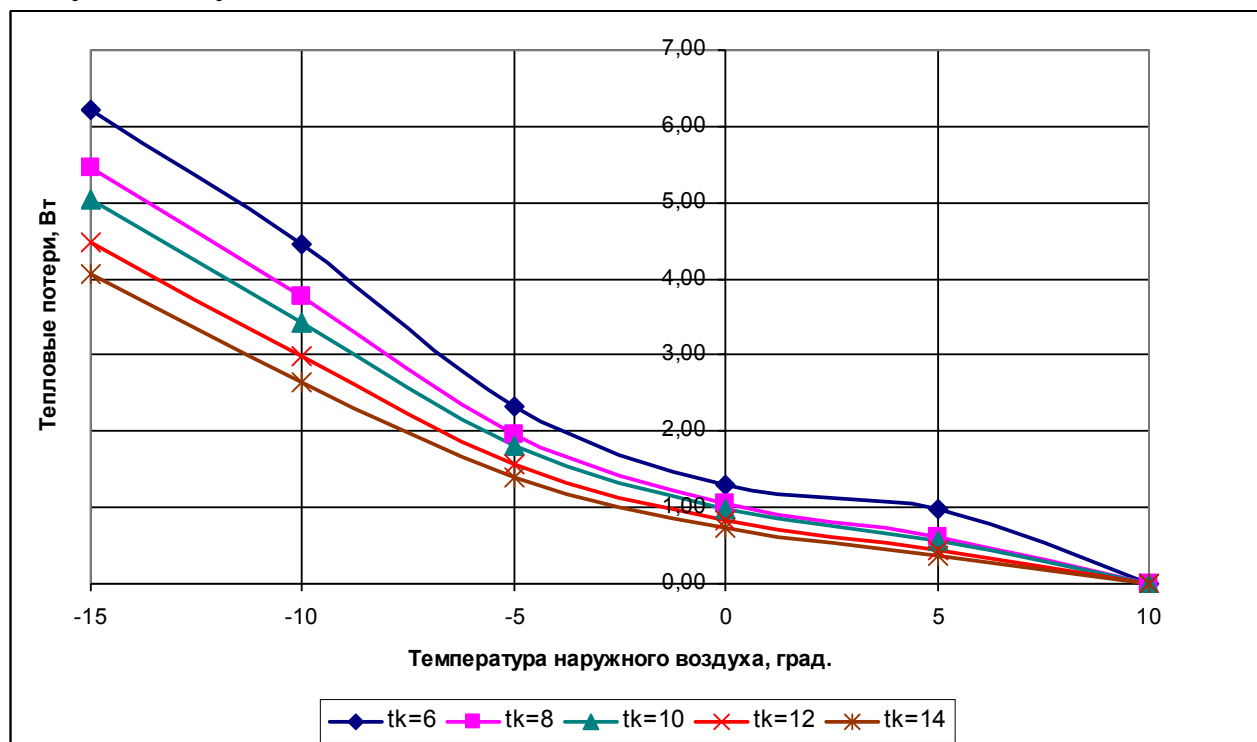


Рисунок 2.4 – Зависимости потерь тепловой мощности вентиляции от температуры наружного воздуха, температуры выходящего воздуха из клуба и при влажности 80%

При подаче озонозудушной смеси во внутрь улья, снижается абсолютная влажность внутреульевого воздуха за счет того, что в первую очередь для получения озона используют максимально сухой воздух. Для осушения воздуха на выходе компрессора устанавливаются осушительные фильтры обычно адсорбирующего типа. Кроме того сам озон обладает осушающей способностью, как было приведено выше, за счет вступления в реакцию с молекулами воды. Таким образом, влагосодержание в озонозудушной смеси находится на уровне 0,05-0,1 г/м<sup>3</sup>. При подаче озонозудушной смеси равной естественному воздухообмену улья, концентрация влаги уменьшится в два раза. Тогда, увеличится значение разницы влагосодержания  $l_{\text{вых}} - l_{\text{в}}$ , а это приведет к сокращению воздухообмена, требуемого на удаление метаболической влаги для поддержания необходимой внутреульевой влажности. Обычно температура озонозудушной смеси выше температуры входного воздуха на 5-6°C. Следовательно при смешении с таким значением воздухообмена разница температур  $\Delta t_{\text{в}}$  уменьшится на 2,5°. Следовательно, обработка пчел озном, наряду со снижением концентрации болезнетворных микроорганизмов, позволит уменьшить энергетические потери за счет снижения воздухообмена, т.е. улучшить условия для развития пчелиной семьи. Тогда тепловые потери выразятся следующей формулой:

$$\Delta P_{\text{вентОз}} = (0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot l_{\text{в}}) \cdot \frac{q_{\text{H}_2\text{O пч}}}{l_{\text{вых}} - 0,5 \cdot l_{\text{в}}} \cdot (\Delta t_{\text{в}} - 2,5) \quad (2.45)$$

По методике приведенной выше можно аналогично рассчитать тепловые потери улья, связанные с вентиляцией. В качестве примера на рисунке 2.5 представлены графики зависимости тепловых потерь с озонированием и без него от температуры воздуха при относительной влажности 70 и 100%.

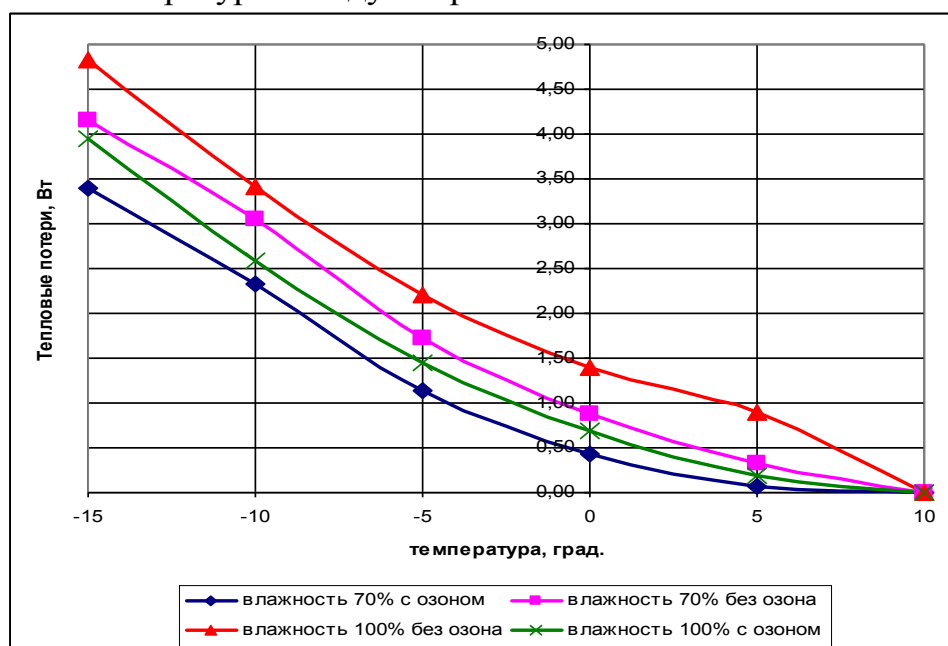


Рисунок 2.5 – Зависимости потерь тепловой мощности вентиляции от температуры наружного воздуха, с озонированием и без него при влажности наружного воздуха 70 и 100%

Из полученных графиков видно, что озонирование дает, в среднем, уменьшение тепловых потерь на 0,8 Вт.

Тепловые потери через ограждения определяются по формуле:

$$P_{озр} = \sum k_{0i} \cdot A_{0i} \cdot (t_b - t_n), \quad (2.46)$$

где  $k_{0i}$  – коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $A_{0i}$  – площадь поверхностей отдельных ограждений, м<sup>2</sup>;  $t_b$  – внутренняя температура рассматриваемого периода, °С;  $t_n$  – средняя температура наружного воздуха в рассматриваемый период, °С.

Уравнение тепловых потерь через ограждения для улья имеет вид [142, 157-160]:

$$P_{озр} = \frac{A_0 \cdot (t_b - t_n)}{\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{1}{\alpha_l + \alpha_k}}, \quad (2.47)$$

где  $\delta_{cm}$  – толщина стенки улья, м;  $\lambda_{cm}$  – коэффициент теплопроводности материала, Вт/м<sup>2</sup>·К;  $\delta_i$  – толщина диафрагм, подушек, рамок, слоев воздуха и т.д., м;  $\lambda_i$  – соответствующие коэффициенты теплопроводности Вт/м<sup>2</sup>·К;  $\alpha_l$  и  $\alpha_k$  – коэффициенты теплоотдачи внешней поверхности стенки улья в окружающую среду, учитывающие действие лучистого и конвективного воздухообменов.

Тогда, полные тепловые потери без озонирования составят:

$$P_{общ} = \frac{A_0 \cdot (t_b - t_n)}{\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{1}{\alpha_l + \alpha_k}} + (0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot l_b) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_b} \cdot \Delta t_b =$$

$$\Phi_{озр} \cdot \Delta t_b + (0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot l_b) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_b} \cdot \Delta t_b =$$

$$\Delta t_b \left[ \Phi_{озр} + (0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot l_b) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_b} \right] \quad (2.48)$$

где  $\Phi_{озр}$  – удельная тепловая характеристика улья, Вт/град.

Полные тепловые потери с озонированием можно рассчитать по формуле:

$$P_{общ} = \Phi_{озр} \cdot \Delta t_b + (0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot l_b) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - 0,5 \cdot l_b} \cdot (\Delta t_b - 2,5) \quad (2.49)$$

Второе слагаемое в первой скобке до применения озонирования оказывало только на третий знак первого слагаемого. При озонировании это влияние становится малозначительным и второе слагаемое можно убрать. Тогда

формула (2.49) принимает следующий вид:

$$P_{общ} = \Phi_{озр} \cdot \Delta t_{\epsilon} + \frac{0,365 \cdot q_{H_2O_{нч}}}{l_{вых} - 0,5 \cdot l_{\epsilon}} \cdot (\Delta t_{\epsilon} - 2,5) \quad (2.50)$$

Удельную тепловую характеристику можно определить по формуле:

$$\Phi_{озр} = \frac{A_o}{\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_l + \alpha_k}} = \frac{A_o}{R_0} \quad (2.51)$$

где  $R_0$  - полное термическое сопротивление улья, по Трифонову  $R_0=3$  м<sup>2</sup>·С°/Вт.

Для 12-рамочного дадановского улья тепловая характеристика составит:

$$\Phi_{озр} = \frac{A_o}{R_0} = \frac{1,3}{3} = 0,43 \text{ Вт / град} \quad (2.52)$$

Произведем расчеты полных тепловых потерь без озонирования и с озонированием и сведем полученные данные в таблицу 2.6.

Таблица 2.6- Расчетные данные по тепловым потерям с озонированием и без него

t <sub>н</sub> °С	P <sub>огр</sub> , Вт	Относительная влажность воздуха, %									
		60		70		80		90		100	
		P <sub>общ</sub> , Вт	P <sub>общОЗ</sub> , Вт	P <sub>общ</sub> , Вт	P <sub>общОЗ</sub> , Вт	P <sub>общ</sub> , Вт	P <sub>общОЗ</sub> , Вт	P <sub>общ</sub> , Вт	P <sub>общОЗ</sub> , Вт	P <sub>общ</sub> , Вт	P <sub>общОЗ</sub> , Вт
-15	10,75	14,82	14,07	14,91	14,14	15,80	14,89	15,33	14,48	15,58	14,68
-10	8,6	11,53	10,82	11,66	10,91	12,04	11,13	11,94	11,12	12,02	11,18
-5	6,45	8,12	7,54	8,17	7,58	7,93	7,50	8,42	7,74	8,67	7,89
0	4,3	5,08	4,68	5,19	4,73	5,27	4,76	5,44	4,85	5,70	4,98
5	2,15	2,46	2,21	2,47	2,22	2,70	2,27	2,89	2,30	3,05	2,34

На рисунке 2.6 представлены общие тепловые потери для относительной влажности воздуха равной 80%. Из графика (рис.2.6) видно, что существенного влияния на тепловые потери озонирование не оказывает. Озонирование может только оказывать бактерицидное влияние на внутреннее состояние улья.

Таким образом, в зимний период (период покоя) потери тепла изменяются по линейному закону в зависимости от температуры за ульем. В результате аппроксимации кривой показанной на графике рисунка 2.6 получено следующее уравнение:

$$P_{общ} = 5,4 - 0,66 \cdot t_n \quad (2.53)$$

Уравнение аппроксимации практически совпадает с полученным уравнением авторами [142, 157-160].

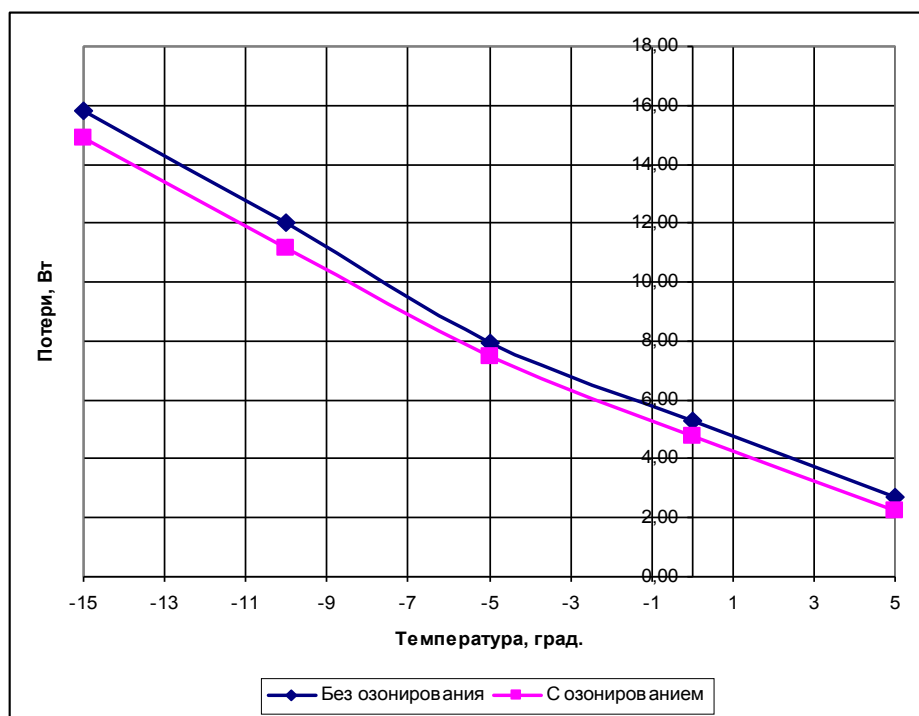


Рисунок 2.6- Зависимости общих тепловых потерь улья от наружной температуры с озонированием и без него

Для компенсации тепловых потерь улья пчеловоды давно применяют различного рода электроподогреватели. Кроме компенсации тепловых потерь подогреватели хорошо подсушивают внутреннюю поверхность улья, за счет низкого влагосодержания поступающего воздуха и его последующего нагрева. Необходимо также отметить, что существуют минимально низкие потери тепла, которые установлены согласно [142, 157-160] на уровне 2 Вт. При таких потерях температура внутреннего воздуха находится в интервале 6-10°C. Такая температура не дает пчелам перейти в активный режим, и они потребляют при этом минимальное количество корма, затрачивая его только поддержание собственной жизнедеятельности. На основе теплотворной способности меда установлено [142, 157-160], что выделение мощности 1 Вт соответствует потреблению меда пчелами 7,65 г в сутки или 0,32 г в час. Создавая систему подогрева, мы сокращаем потребление меда в зимний период, следовательно, можем уменьшить запасы корма в ульях на зиму. Такая экономия позволит больше выкачать меда в последнюю летнюю качку. На основе региональных температурных данных можно рассчитать экономию корма и потребленную электроэнергию подогревателями. Так используя метеоданные Краснодарского края за 2011 год, были рассчитаны мощности тепловых потерь, потребление корма, расход электроэнергии за три зимних месяца (Приложение 2.1). Результаты расчетов сведены в таблицу 2.7. Из таблицы 2.7 видно, что суммарных расход электроэнергии составит 13,2 кВт·ч на один улей и при этом расход корма сократится на 3,1 кг. Так как в Краснодарском крае осенние месяцы довольно теплые, то в среднем за три осенних месяца потребление электроэнергии не превысит потребление за декабрь месяц, то есть 2 кВт·ч и экономия расхода корма тогда составит 0,5 кг. Тогда общая



экономия расхода корма будет равна 3,5-3,6 кг при среднем потреблении электроэнергии 15 кВт·ч. Таким образом, используя электрообогрев ульев можно сократить запасы корма и увеличить медопродуктивность пчел при последнем медосборе на 2,5-3 кг (необходимо оставить резерв, для гарантированной зимовке при затяжной зиме или появлении более холодных месяцев).

Таблица 2.7- Результаты расчетов тепловых потерь в улье, потребления электроэнергии и корма за три зимних месяца 2011 года

Месяцы	Суммарные тепловые потери за месяц, Вт·ч	Месячное потребление электроэнергии, Вт·ч	Потребление корма без обогрева, г	Потребление корма с обогревом, г
декабрь	2737	2163	875	488
январь	6868	6622	2198	486
февраль	4407	4404	1413	419
итого	14012	13189	4486	1393

В случае перехода пчелиной семьи к активному образу жизни, связанному с закладкой расплода и выкармливанием личинок, изменяются количество тепла выделяемого пчелами и тепловые потери. Для Краснодарского края это наступает обычно в феврале или марте месяце. Пчелы начинают активно потреблять кормовые запасы увеличивать температуру внутри клуба – до 34 °С, при этом температура за пределами клуба в улье устанавливается около 26 °С. Естественно в этот период резко увеличивается воздухообмен улья. Тогда в соответствии с уравнениями (2.28, 2.36), первоначально увеличатся потери через ограждения (они пропорциональны разницы температур) и пчелы увеличат потребление корма, что в свою очередь приведет к увеличению выделяемой влаги и увеличению воздухообмена. Далее увеличатся потери тепла, связанные с воздухообменом и пчелы вынуждены еще увеличить потребление корма, что приведет к росту выделяемой влаги. Этот процесс будет стабилизироваться на каком-то уровне тепловых потерь и потреблении корма. На основе данных литературы [142] составлена таблица 2.8 по среднему расходу корма на выращивание личинок в весенние месяцы.

Таблица 2.8- Данные по расходу корма на выращивание личинок в весенние месяцы

Месяцы	Расход корма в сутки, г	Расход корма за месяц, кг	Количество выращенных личинок в сутки	Количество выращенных личинок за месяц
март	26	0,8	130	4000
апрель	52	1,6	270	8000
май	103	3,2	510	16000
Итого		5,6		28000

Как видно из таблицы пчелы каждый месяц удваивают количество личинок и соответственно, удваивается и расход корма. В литературном источнике [142] также указывается, что для выращивания 10000 личинок требуется 2 кг корма.

Входящее в уравнение (2.36) часовое количество воды, выделившееся в результате окисления корма пчелами, связано с расходом корма, который в свою очередь можно представить следующим выражением:

$$G_k = G_{выр} + G_{озр} + G_{вент}, \quad (2.54)$$

где  $G_{выр}$  - расход корма на выращивание личинок, зависит от конкретного месяца, г/ч;  $G_{озр}$  - расход корма, идущий на компенсацию потерь через ограждения, г/ч;  $G_{вент}$  - расход корма идущий на компенсацию потерь через вентиляцию, г/ч.

В соответствии с калорийностью меда (1 Вт – 0,32 г/ч меда) выражение для расхода корма будет иметь вид:

$$\begin{aligned} G_k &= G_{выр} + \Phi_{озр} \cdot \Delta t_6 \cdot 0,32 + \left(0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot l_6\right) \cdot \frac{q_{H_2O\ i+1}}{l_{вых} - l_6} \cdot \Delta t_6 \cdot 0,32 = \\ &= G_{выр} + \Phi_{озр} \cdot \Delta t_6 \cdot 0,32 + \\ &+ \left(0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot l_6\right) \cdot \frac{0,68 \cdot \left(G_{выр} + \Phi_{озр} \cdot \Delta t_6 \cdot 0,32 + 0,32 \cdot P_{вент\ i+1}\right)}{l_{вых} - l_6} \cdot \Delta t_6 \cdot 0,32 \end{aligned} \quad (2.55)$$

Первых два слагаемых имеют постоянный вид и зависят только от месяца и температуры окружающего воздуха. Третье слагаемое (расход корма связанный с вентиляцией) рассчитывается в несколько этапов. На первом этапе  $P_{вент\ i+1}$  приравнивается нулю и рассчитывается соответствующее значение вентиляционных потерь. На втором этапе подставляется полученное значение  $P_{вент\ i+1}$  в формулу третьего слагаемого и опять определяется новое значение вентиляционных потерь. Производятся следующие подстановки до тех пор, пока значение вентиляционных потерь не будут изменять значение расходуемого корма.

Произведем дальнейшее преобразование формулы (2.55). Принимая температуру внутри клуба 34°C можно определить влагосодержание выходного воздуха из улья, которое будет равно 23,5 г/ч при относительной влажности воздуха 80%. Кроме того в литературе [142] приводится формула для определения влагосодержания входного воздуха в зависимости от температуры и относительной влажности:

$$l_6 = \varphi \cdot (0,0001 \cdot t_n^2 + 0,00375 \cdot t_n + 0,05). \quad (2.56)$$

После преобразований получим следующую формулу для расчета рас-

хода кормов:

$$G_k = G_{\text{выр}} + \Phi_{\text{огр}} \cdot (34 - t_n) \cdot 0,32 + \frac{(0,248 + 0,79 \cdot 10^{-3} \cdot l_e) \cdot (G_{\text{выр}} + \Phi_{\text{огр}} \cdot \Delta t_e \cdot 0,32 + 0,32 \cdot P_{\text{вент } i+1}) \cdot (34 - t_n) \cdot 0,32}{23,5 - l_e} \quad (2.57)$$

Для марта месяца были вычислены отдельные составляющие расхода корма в зависимости от температуры (Табл. 2.9).

Таблица 2.9- Составляющие расхода корма в зависимости от температуры для марта месяца

$t_n, ^\circ\text{C}$	$G_{\text{выр}}, \text{ г/ч}$	$G_{\text{огр}}, \text{ г/ч}$	$G_{\text{вент}}, \text{ г/ч}$	$G_k, \text{ г/ч}$
-5	1,1	5,37	1,14	7,61
0	1,1	4,68	0,94	6,72
5	1,1	3,99	0,77	5,86
10	1,1	3,30	0,62	5,03
15	1,1	2,61	0,50	4,21
20	1,1	1,93	0,38	3,41
25	1,1	1,24	0,28	2,62

На рисунке 2.7 построены графики зависимости расхода корма от температуры наружного воздуха при различных потреблении корма на развитие, а также представлены соответствующие уравнения аппроксимации. Дальнейшие исследования можно проводить с использованием полученных уравнений аппроксимации, что упростит аналитические выражения без существенных погрешностей.

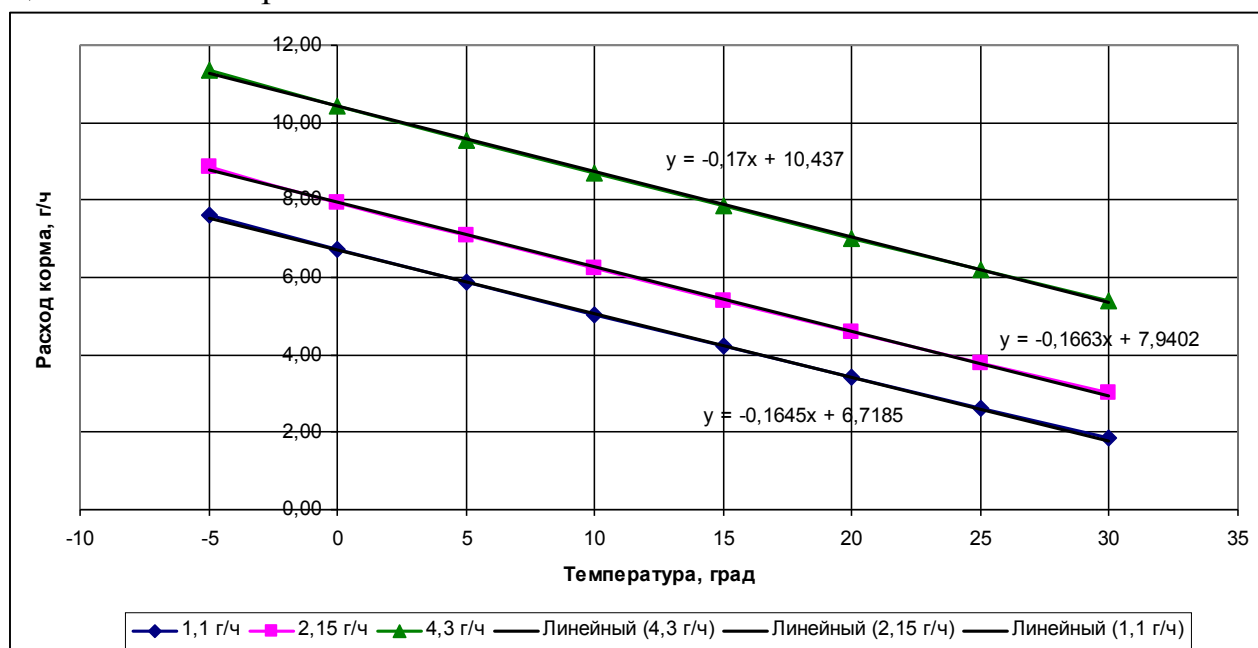


Рисунок 2.7 - Графики зависимости расхода корма от температуры наружного воздуха при различных потреблении корма на развитие.

Если проводить подогрев, то в формулу (2.57) необходимо подставить в качестве наружной температуры 26 °С, вычислить влагосодержание и получить значение расхода корма. Так для различных расходов на выращивание получены следующие значения расхода корма; при  $G_{\text{выр}}=1,1$  г/ч -  $G_{\text{к}}=2,46$  г/ч; при  $G_{\text{выр}}=2,15$  г/ч -  $G_{\text{к}}=3,64$  г/ч; при  $G_{\text{выр}}=4,3$  г/ч -  $G_{\text{к}}=6,04$  г/ч.

При подогреве и озонировании формула (2.57) принимает вид:

$$G_{\text{к}} = G_{\text{выр}} + \Phi_{\text{озр}} \cdot (34 - 26 - 5) \cdot 0,32 + \frac{(0,248 + 0,79 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot l_g) \cdot (G_{\text{выр}} + \Phi_{\text{озр}} \cdot \Delta t_g \cdot 0,32 + 0,32 \cdot P_{\text{вент } i+1})}{23,5 - 0,5 \cdot l_g} \times \times (34 - 26 - 5) \cdot 0,32 = G_{\text{выр}} + \Phi_{\text{озр}} \cdot 0,96 + \frac{(0,238 + 0,758 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot l_g) \cdot (G_{\text{выр}} + \Phi_{\text{озр}} \cdot \Delta t_g \cdot 0,32 + 0,32 \cdot P_{\text{вент } i+1})}{23,5 - 0,5 \cdot l_g} \quad (2.58)$$

Подстановка значений параметров дала следующие результаты: при  $G_{\text{выр}}=1,1$  г/ч -  $G_{\text{к}}=1,54$  г/ч; при  $G_{\text{выр}}=2,15$  г/ч -  $G_{\text{к}}=2,61$  г/ч; при  $G_{\text{выр}}=4,3$  г/ч -  $G_{\text{к}}=4,8$  г/ч.

Используя метеоданные по Краснодарскому краю за 2011 год по трем весенним месяцам и полученные формулы были определены следующие параметры: расход корма по месяцам без обогрева, расходы корма с обогревом и обогревом с озонированием, затраты электрической энергии, экономия кормовых запасов (приложение 2.2). Итоговые данные сведены в таблицу 2.10. В соответствии с предлагаемой технологией обработки пчел озоном, проводить такую обработку, с целью стимуляции развития и уничтожения вредных микроорганизмов, рекомендуется в апреле месяце. Электроподогрев должен вестись в течение всех трех весенних месяцев.

Таблица 2.10- Итоговые данные по потреблению корма и электроэнергии в отдельные месяцы весны

Месяцы	Потребление корма без обогрева, г	Потребление корма с обогревом, г	Потребление электроэнергии, Вт·ч	Экономия потребления корма, г	Потребление корма с обогревом и озонированием, г	Экономия потребления корма, г	Потребление электроэнергии, Вт·ч
март	4439	1814	8235	2640	1814	2640	8235
апрель	4495	2591	5950	1904	<b>1861</b>	<b>2631</b>	<b>8340</b>
май	5534	4426	3463	1108	4426	1108	3463
итого	14468	8831	17648	<b>5652</b>	8384	<b>6379</b>	20038

Чтобы продолжить дальнейшие исследования необходимо проанализировать – как изменяется воздухообмен ульев при внедрении электротехнологий. Используя полученные формулы были построены графики зависимости воздухообмена в улье от температуры наружного воздуха без озонирования.

ния с озонированием по трем весенним месяцам (рис.2.8). Из полученных графиков видно, что при увеличении температуры и без озонирования воздухообмен сначала снижается, а потом резко возрастает. Это связано с тем, что при увеличении температуры снижается влагосодержание и пчелам необходимо увеличивать вентиляцию, чтобы удалить метаболическую влагу. При использовании озонирования входящего в улей воздуха уменьшается влагосодержание в нем за счет подсушки озоном и подачи подсушенного воздуха через компрессор. На рисунке 2.8 также представлены уравнения аппроксимации которые можно в дальнейшем использовать, не внося больших погрешностей в расчеты.

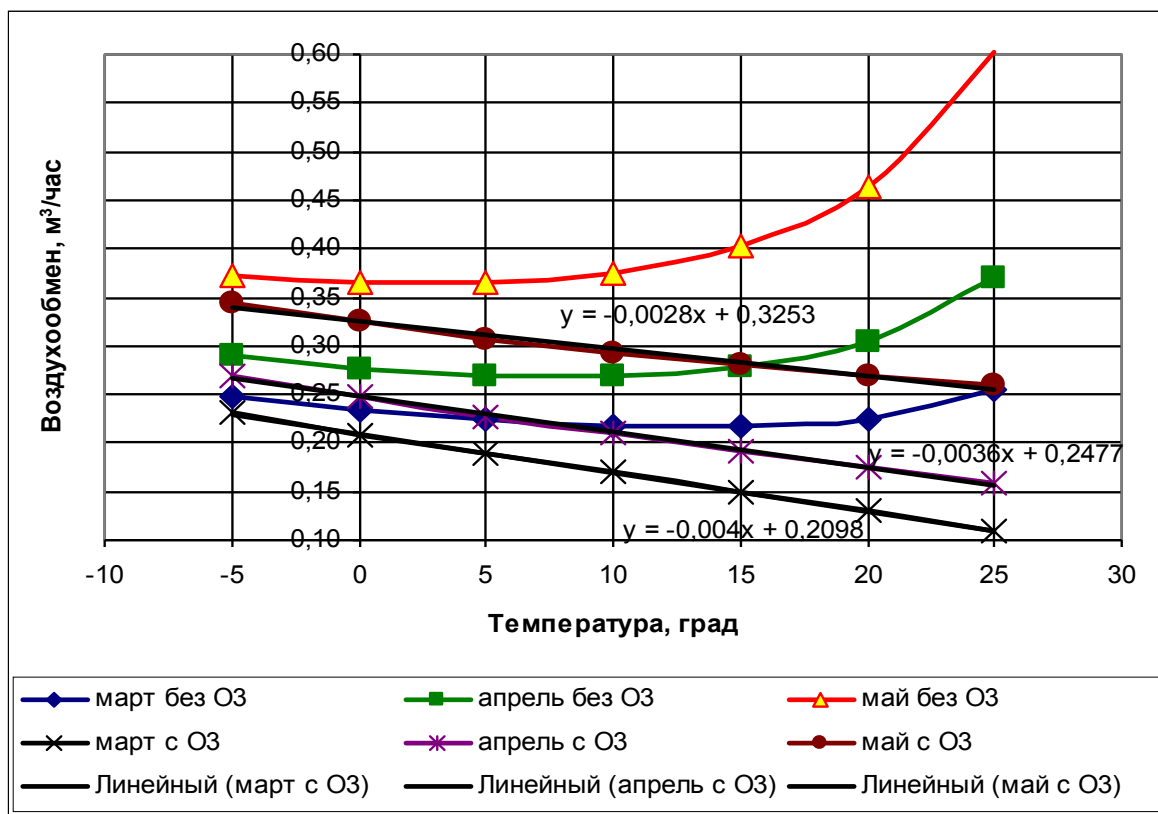


Рисунок 2.8- Зависимости воздухообмена улья от температуры наружного воздуха без озонирования и с озонированием и соответствующими уравнениями аппроксимации по трем весенним месяцам

Были также построены графические зависимости воздухообмена улья от температуры наружного воздуха (для апреля месяца) при различных электро-технологических вариантах обработки: без озонирования и подогрева; с озонированием; с озонированием и подогревом; с озонированием, подогревом и дополнительным расходом корма, направленным на выращивание расплода (рис.2.9). Полученные графики показывают, что в случае подогрева и озонирования воздухообмен не зависит от температуры и находится на уровне 0,14 м³/час. Это только в том случае если не учитывать, что пчелы за счет благоприятного микроклимата не начнут использовать сэкономленный корм на увеличение количества закладываемых личинок. Фактически сэкономленный корм пойдет именно на выращивание расплода, что приведет к дополнитель-

ному выделению влаги и увеличению воздухообмена до 0,33 м<sup>3</sup>/час.

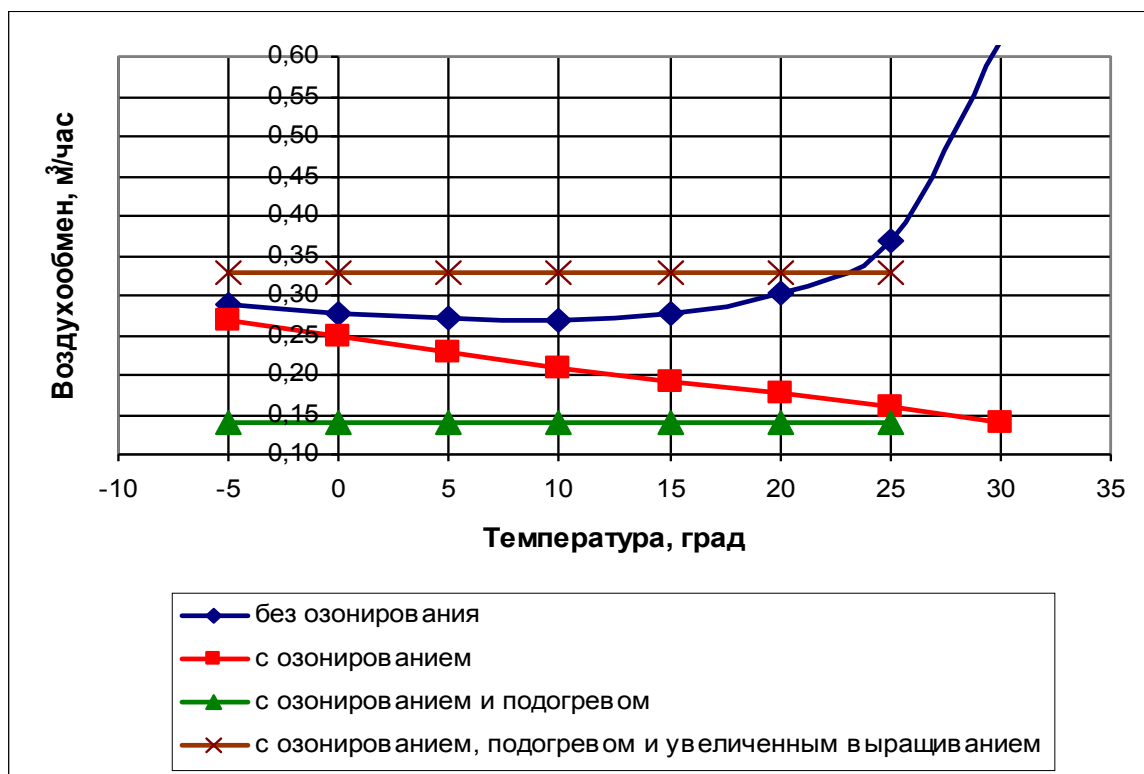


Рисунок 2.9 – Зависимость воздухообмена улья от температуры наружного воздуха в апреле месяце при различных электротехнологических вариантах обработки

Таким образом, мы наблюдаем зависимость воздухообмена от потребленного корма, что представлено графически на рисунке 2.10. Представленное на графике уравнение аппроксимации также может использоваться в дальнейших аналитических исследованиях.

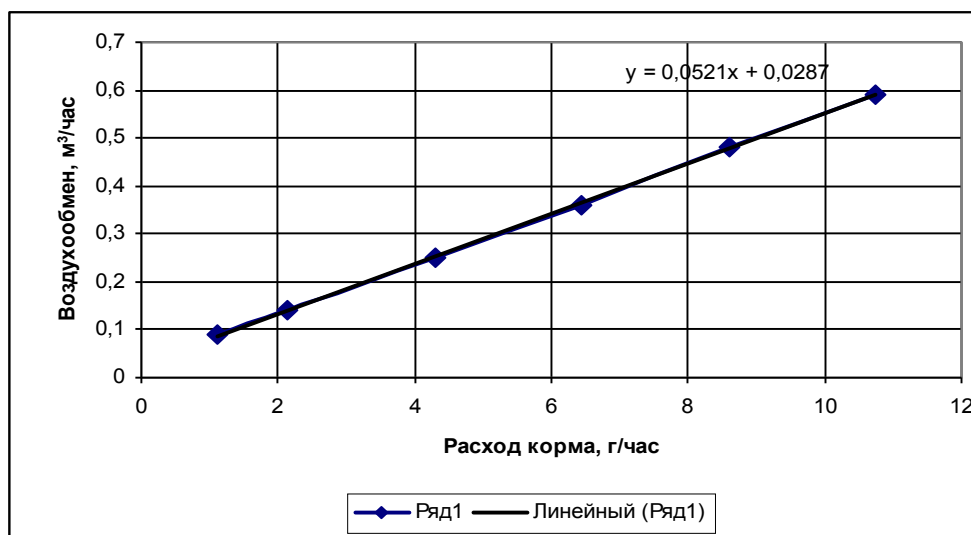


Рисунок 2.10 – зависимость воздухообмена от потребленного корма на выращивание расплода

Пчелиная семья, как целостная биоэнергетическая система, состоит из различных особей: матки, нескольких тысяч рабочих пчел, и нескольких

тысяч трутней. Все они как единый социум производят целый ряд, необходимых для данного времени и состояния, работ. Совокупность этих работ для периода весеннего развития, с точки зрения термодинамики, выглядит следующим образом:

$$W_M = \sum W_i, \quad (2.59)$$

где  $W_M$  - энергия, получаемая системой в результате процесса окисления корма, Дж;  $\sum W_i$  - сумма работ, производимая системой.

Энергию, получаемую системой, представим как:

$$W_M = Q_p \cdot \sum_{i=1}^n G_i \cdot n_i, \quad (2.60)$$

где  $Q_p$  - энергетическая ценность корма, Дж/кг;  $G_i$  -  $i$ -й расход корма для данного периода, кг/сут;  $n_i$  - количество суток с  $i$ -м расходом корма, сут.

В весенний период пчелиная семья полностью мобилизуется на развитие, т.е. на выращивание расплода и поддержание благоприятных для этого условий. Таким образом, пчелиная семья, как система, получает энергию в результате окисления корма и реакции метаболизма, с помощью которой производится работа:

$$W_M = W_p + W_{mk} + W_{ж}, \quad (2.61)$$

где  $W_p$  - энергия, направленная на развитие пчелиной семьи, Дж;  $W_{mk}$  - энергия, направленная на поддержание микроклимата, Дж;  $W_{ж}$  - энергия, направленная на жизнедеятельность пчелиной семьи, Дж.

Это уравнение не учитывает энергии, расходуемой на летную деятельность, так как реакция окисления кормов, расходуемых на летную деятельность, происходит вне улья и не влияет на изменение параметров внутреннего микроклимата.

Перепишем уравнение (2.61) в более удобном виде:

$$W_M - W_{ж} = W_p + W_{mk}. \quad (2.62)$$

Левая часть уравнения является постоянной величиной. Это равенство подтверждается тем известным фактом, что при улучшении внешних климатических условий ускоряется рост пчелиной семьи, не сопровождающийся снижением расхода корма. Таким образом, правая часть уравнения - сумма двух слагаемых также постоянна, но значения слагаемых могут меняться. Предположим следующее: первоначально не проводятся никаких мероприятий и имеем одно соотношение слагаемых, затем проводим дополнительные технические мероприятия - подогрев ульев, что приводит к изменению соотношений слагаемых. Данное рассуждение можно выразить следующими уравнениями:

$$W_M - W_{жс} = W_{p1} + W_{mk1}; W_M - W_{жс} = W_{p2} + W_{mk2}, \quad (2.63)$$

где  $W_{p1}, W_{p2}$  энергии, направленные на развитие пчелиной семьи соответственно для первого и второго случая;  $W_{mk1}, W_{mk2}$  - энергии, направленные на поддержание микроклимата соответственно для первого и второго случая.

Вычтем из первого уравнения второе, тогда получим:

$$W_{mk1} - W_{mk2} = W_{p2} - W_{p1}. \quad (2.64)$$

Левая часть уравнения (2.64) – разница энергий на поддержание микроклимата представляет собой изменение общих тепловых потерь энергии через ограждения и вентиляцию  $\Delta W_{общ}$ . Тогда можно записать следующее:

$$\Delta W_{общ} = W_{p2} - W_{p1} \Rightarrow \Delta W_{общ} + W_{p1} = W_{p2} \quad (2.65)$$

разделим обе части на  $W_{p1}$

$$\frac{\Delta W_{общ} + W_{p1}}{W_{p1}} = \frac{W_{p2}}{W_{p1}} = k_e. \quad (2.66)$$

Таким образом, мы получили выражение для расчета коэффициента, характеризующего степень развития пчелиной семьи за определенный период времени. Так как энергия прямо пропорциональна массе расходуемого меда, то выражение (2.66) также можно представить в виде:

$$k_e = \frac{\sum_{i=1}^n G_{общ i} \cdot T_i + G_{выр1} \sum_{i=1}^n T_i}{G_{выр1} \sum_{i=1}^n T_i} = \frac{G_{выр2} \sum_{i=1}^n T_i}{G_{выр1} \sum_{i=1}^n T_i} = \frac{\Delta m_{общ} + m_{выр1}}{m_{выр1}} = \frac{m_{выр2}}{m_{выр1}}, \quad (2.67)$$

где  $G_{общ i}$  - удельная экономия расхода корма за счет сокращения тепловых потерь на  $i$ -м интервале времени;  $T_i$  - длительность  $i$ -го интервала времени;  $\Delta m_{общ}$  - масса сэкономленного меда за счет сокращения тепловых потерь за период времени;  $m_{выр1}, m_{выр2}$  - масса меда расходуемого на выращивание расплода соответственно в первом и во втором случае, за период времени.

Так как стимуляция весеннего развития идет в течение трех месяцев, то общий коэффициент степени развития будет равен:



$$k_{e\text{общ}} = \frac{\Delta m_{\text{общ}} + m_{\text{выр1}}}{m_{\text{выр1}}} = \frac{m_{\text{выр2.1}} + m_{\text{выр2.2}} + m_{\text{выр2.3}}}{m_{\text{выр1.1}} + m_{\text{выр1.2}} + m_{\text{выр1.3}}} \quad (2.68)$$

В выражении (2.68) в числителе и знаменателе соответственно сумма за три месяца масс меда расходуемого на выращивание расплода до и после проведения электротехнических мероприятий.

Пользуясь полученными формулами и используя расчетные данные по расходу корма (табл.2.10), были рассчитаны месячные и общий коэффициенты степени развития пчелиной семьи (табл.2.11). Так как масса потребляемого корма связана с количеством закладываемых личинок, то определено и потенциально возможное увеличение выкормленных личинок.

Таким образом, совокупность электротехнологических методов дает возможность увеличить степень развития пчелиных семей в весенний период в два раза и как следствие, на основании формулы (2.25), увеличить в четыре раза медопродуктивность одной семьи в первую качку меда.

Необходимо также учитывать, что степень развития пчелиных семей зависит от ряда еще таких факторов, как сила семей, яйценоскость маток, воспитательную способность семей, и благодаря этому позволяет дать оценку не по отдельным признакам, а по всем показателям, от которых зависит развитие семей. Фактически коэффициент степени развития показывает, во сколько раз выросла пчелиная семья за исследуемый промежуток времени.

Таблица 2.11- Расходы корма на выращивание и коэффициенты степени развития пчелиной семьи по отдельным месяцам весны

Месяцы	Потребление корма на выращивание без электротехнологии, кг	Экономия потребления корма, кг	Коэффициент степени развития пчелиной семьи	Количество выращенных личинок без электротехнологии	Количество выращенных личинок с электротехнологией
<b>март</b>	0,8	2,6	4,25	4000	17000
<b>апрель</b>	1,6	2,6	2,63	8000	21040
<b>май</b>	3,2	1,1	1,32	16000	21120
<b>итого</b>	5,6	<b>6,3</b>	2,12	28000	59160

Нужно отметить, что данная термодинамическая модель влияния обработки озоном на развития пчелиной семьи справедлива для второго периода роста, в котором можно наиболее эффективно реализовать стимулирующее воздействие электротехнологическими приемами, и он не должен противоречить технике весеннего наращивания пчелиных семей [46, 142, 157-160].

Произведем расчет рентабельности труда в пчеловодстве с использованием формул (2.24, 2.25), для случая с применением электротехнологии в зимние и весеннее время. Первоначально определим затратность электротехнологий. Ранее определено, что за зимний период израсходовано электроэнергии 15 кВт·ч на один улей, следовательно, с учетом цены на электро-

энергию и цены на мед последней качки, затратность по электротехнологии на четвертую качку  $g_{эл.техн.4}$  составит:

$$g_{эл.техн.4} = \frac{W_{эл} \cdot u_{эл} + I_{об}}{Ц_4 \cdot m_{M4}} = \frac{15 \cdot 3 + 100}{45 \cdot 3} \approx 1, \quad (2.69)$$

где  $W_{эл}$  - количество потребленной электроэнергии за зиму, кВт·ч;  $u_{эл}$  - стоимость 1-го кВт·ч электроэнергии, руб.;  $I_{об}$  - издержки, связанные с покупкой и установкой оборудования (оборудование идет на несколько ульев), руб.;  $m_{M4}$  - масса сэкономленного меда за счет обогрева, которую можно оставить при последней -4-й качке, кг.

Определим также затратность электротехнологий за весенний период  $g_{эл.техн.1}$  аналогичным образом:

$$g_{эл.техн.1} = \frac{W_{эл} \cdot u_{эл} + I_{об}}{Ц_1 \cdot m_{M1}} = \frac{W_{эл} \cdot u_{эл} + I_{об}}{Ц_1 \cdot (M_1 \cdot k_e^2 - M_1)} = \frac{20 \cdot 3 + 500}{180 \cdot (7 \cdot 2,1^2 - 7)} \approx 0,13. \quad (2.70)$$

Ко второй качке коэффициент развития пчелиных семей уменьшится и станет равны 1,5 (по практическим данным пчеловодов). Затратность во вторую качку вводить не будем, принимая, что все затраты окупятся после первой качки. Тогда формула для расчета рентабельности труда с учетом электротехнологий принимает вид:

$$P_T = \frac{200 \cdot g_{ам}}{1 + 1,67 + g_{ам} + g_{эл.техн.1}} \cdot Ц_1 \cdot M_1 \cdot 0,9 \cdot g_{ам}^{-0,074} \cdot k_{e1}^2 + \\ + \frac{200 \cdot g_{ам}}{1 + 1,67 + g_{ам}} \cdot Ц_2 \cdot M_2 \cdot 0,9 \cdot g_{ам}^{-0,074} \cdot k_{e2}^2 + \frac{200 \cdot g_{ам}}{1 + 2,5 + g_{ам}} \cdot Ц_3 \cdot M_3 \cdot 0,9 \cdot g_{ам}^{-0,074} + \\ + \frac{200 \cdot g_{ам}}{1 + 2,5 + g_{ам} + g_{эл.техн.4}} \cdot Ц_4 \cdot (M_4 + m_{M4}) \cdot 0,9 \cdot g_{ам}^{-0,074} \quad (2.71)$$

Используя полученную формулу, были произведены сравнительные расчеты рентабельности труда без автоматизации  $g_{ам} = 0,25$  и с автоматизацией первого уровня  $g_{ам} = 0,66$  (таблица 2.12). Как видно из таблицы 2.12 рентабельность 4-й качки уменьшилась, что связано с закупкой оборудования. На следующий год рентабельность уже увеличится, так как не требуется покупки оборудования, и издержки будут связаны только с потреблением электроэнергии, что приведет к уменьшению затратности с 1 до 0,33 и увеличению рентабельности труда, без автоматизации, с 520 до 605 руб./чел. Также из таблицы 2.12 следует, что использование электротехнологий увеличи-

вает рентабельность производства практически в два раза.

Таблица 2.12- Результаты сравнительных расчетов эффективности использования электротехнологии по рентабельности труда без автоматизации и с автоматизацией первого уровня

Периоды качки меда												Общие показатели		
1			2			3			4					
$\Psi_1$	$M_1$	$P_{m1}$	$\Psi_2$	$M_2$	$P_{m2}$	$\Psi_3$	$M_3$	$P_{m3}$	$\Psi_4$	$M_4$	$P_{m4}$	$H_{об}$	$g_{ам}$	$P_m$
6,0	7,0	717	12,0	8,0	1639	8,0	15	1596	1,5	30	598	50	0,25	4550
<b>6,0</b>	<b>31</b>	<b>3028</b>	<b>12,0</b>	<b>18</b>	<b>3688</b>	<b>8,0</b>	<b>15</b>	<b>1596</b>	<b>1,5</b>	<b>33</b>	<b>520</b>	<b>50</b>	<b>0,25</b>	<b>8832</b>
6,0	7,0	1545	12,0	8,0	3532	8,0	15	3534	1,5	30	1325	132	0,66	$10^4$
<b>6,0</b>	<b>31</b>	<b>6558</b>	<b>12,0</b>	<b>18</b>	<b>7947</b>	<b>8,0</b>	<b>15</b>	<b>3534</b>	<b>1,5</b>	<b>33</b>	<b>1175</b>	<b>132</b>	<b>0,66</b>	<b>19214</b>

### 2.3 Обоснование параметров адаптивной системы автоматического управления электроприводом медогонки хордиального типа

Для получения программного обеспечения микроконтроллера, регулирующего режимы электропривода центрифуги для откачки меда необходимо проанализировать процесс выхода меда и сотов. Такая работа была проведена в Кубанском ГАУ и получены соответствующие результаты [101-103, 105-108, 167-171]. В современных медогонках мед извлекают под действием центробежной силы. Чистота извлечения меда составляет порядка 75-80%. Из практики известно, что частота вращения барабана-ротора  $n$  при которой начинается процесс откачки меда из медовых сот в нормальных условиях ( $T=30^\circ$ , влажность меда  $\beta=18-19\%$ ), колеблется от 70-77 об/мин. Данное явление объясняется наличием удерживающей силы меда в сотах  $F_y$  (силы вязкого трения). Её величина находится в функциональной зависимости от скорости движения, температуры  $T$  и влажности меда  $\Psi$ , а также от формы, размеров сота и состояния его поверхности. Для определения функции отражающей зависимость изменения угловой скорости вращения начала откачки меда от изменения температуры и влажности меда необходимо произвести анализ динамики движения меда в сотах (рисунок 2.11).

Медовый сот (рис.2.11) является частью вращающейся соторамки, а, следовательно, найдя соотношения и величины сил приложенные к массе меда в соте, можно установить функциональную зависимость сил удерживающих мед в соте от физических свойств меда на момент откачки. Эти силы можно представить в виде следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} \overline{F_u} = f(m_{c.m}; \overline{a_u}) \\ \overline{F_m} = f(m_c; \overline{g}) \\ \overline{F_y} = f(\overline{F_c}; \overline{F_{mp}}; \overline{\beta}; \overline{F_v}; \overline{T_u}; \overline{T_i}) \end{cases}, \quad (2.72)$$

где:  $\overline{F}_u = \sum_i^I \overline{F}_{ui}$  - вектор центробежной силы, обусловленный вращением, Н;  
 $\overline{F}_m = \sum_i^I \overline{F}_{mi}$  - вектор силы тяжести, обусловленный гравитационным полем, Н;  
 $\overline{F}_y = \sum_i^I \overline{F}_{yi}$  - вектор силы удерживающей мед в сотах, обусловленный наличием силы трения и силы внутренних связей;  
 $m_{c..m}$  - масса мёда в соте, кг;  
 $\overline{a}_u$  - вектор центробежного ускорения, м/с<sup>2</sup>;  $\overline{g}$  - вектор ускорения свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\overline{F}_{mp}$  - вектор силы обусловленной наличием трения мед-воск, Н;  
 $\overline{F}_c$  - вектор силы обусловленной наличием внутренних связей, Н;  $\beta$  - коэффициент учитывающий вязкость меда;  
 $\overline{F}_e$  - вектор силы обусловленной вязкостью вещества, Н;  $T_n$  - номинальная температура центрифугирования меда, С°;  $T_i$  - температура при условиях отличающихся от нормальных, С°.

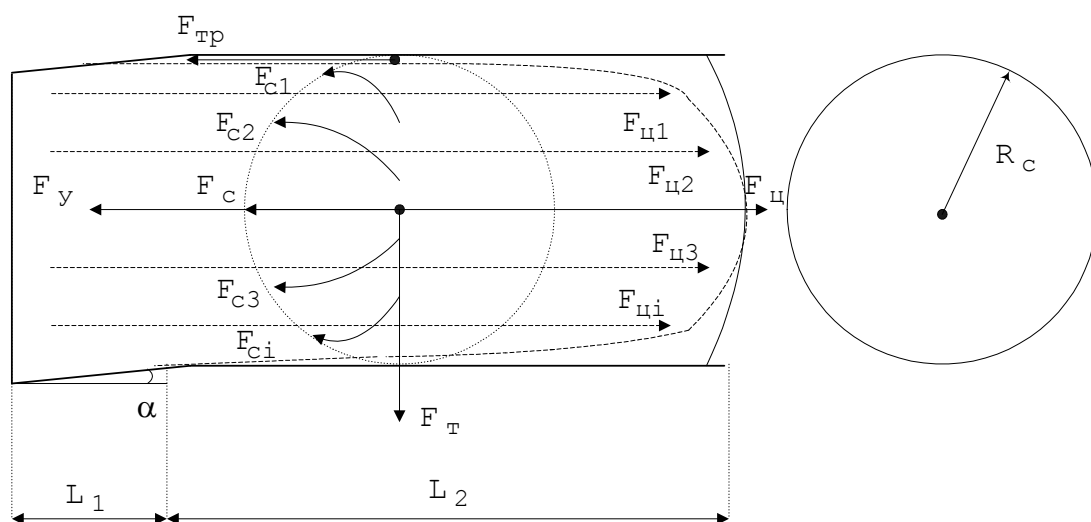


Рисунок 2.11 – Распределение сил действующих на мед в сотах в процессе откачки.

Рассмотрим каждый из элементов системы наиболее подробно совместно с рисунком 2.12. Сила тяжести определяется выражением:

$$\overline{F}_m = m_{c..m} \overline{g}, \quad (2.73)$$

$$m_{c..m} = \frac{m_{p..m} - m_p}{N_c}, \quad (2.74)$$

где:  $m_{p..m}$  - масса рамки с медом, кг;  $m_p$  - масса рамки без меда, кг;  $N_c$  - число сот в рамке, шт.

$$N_c = \frac{S_p}{S_c}, \quad (2.75)$$

где:  $S_p$  - площадь соторамки,  $m^2$ ;  $S_c$  - площадь среза сота,  $m^2$ .

$$S_c = \frac{D_c^2}{4} \pi, \quad (2.76)$$

где:  $D_c$  - условный диаметр сота, м.

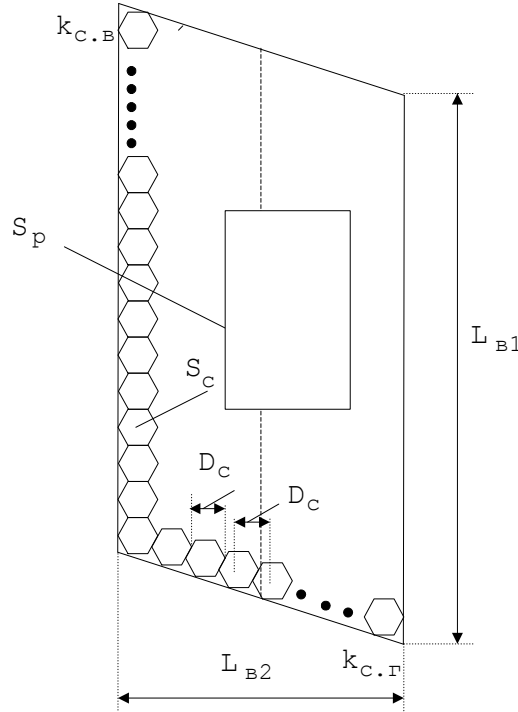


Рисунок 2.12 – Поперечный разрез соторамки

$$S_p = L_{p1} L_{p2}, \quad (2.77)$$

где:  $L_{p1}, L_{p2}$  - длины сторон соторамки, м.

$$\overline{F_m} = \frac{(m_{p.м} - m_p) D_c^2 \pi \overline{g}}{4 L_{p1} L_{p2}}, \quad (2.78)$$

Предположим, что сила удерживающая мед в сотах суммарно равна силе трения на границе мед-воск и силе внутренних связей. Очевидно, что сила трения между медом и воском превосходит силу внутренних связей, следовательно причиной начала извлечения меда послужит разрыв связей между слоями вещества. Известно, что сила, возникающая на границы двух слоев вещества и не позволяющая их смещению друг относительно друга под внешним воздействием - это сила трения внутренних слоев вещества характеризующаяся вязкостью. Примем допущение относительно данной силы и выразим ее одной величиной.

$$\overline{F_y} = \overline{F_{mp}} + \overline{F_c} \approx \overline{F_e} \approx -\overline{v_c} \Omega \beta \left( \frac{T_u}{T_i} \right), \quad (2.79)$$

$$\overline{F}_y = -\overline{v}_c \Omega \beta \left( \frac{T_n}{T_i} \right) = -\overline{v}_c \cdot \beta_T, \quad (2.80)$$

Для центробежной силы справедливо выражение:

$$\overline{F}_u = m_{c.m} \overline{a}_u, \quad (2.81)$$

где:  $a_u$  - центробежное ускорение, м/с<sup>2</sup>,

$$|a_u| = \frac{|v_c|^2}{R_c}, \quad (2.82)$$

где:  $v_c$  - линейная скорость меда в сотах, м/с;

$R_c$  - расстояние от центра вращения до сота, м.

$$\overline{v}_c = \overline{\omega}_c R_c, \quad (2.83)$$

где:  $\omega_c$  - угловая скорость меда в соте, рад/с.

$$\overline{\omega}_c = \frac{\pi n_{ep}}{30}, \quad (2.84)$$

где  $n_{ep}$  - частота вращения, об/мин.

Подставив полученные выражения в (2.10) получим:

$$\begin{aligned} \overline{F}_u &= m_c \frac{\pi^2 (\overline{n}_{ep})^2 R_c}{900} = \frac{\pi^2 (\overline{n}_{ep})^2 R_c (m_{p.m} - m_p) D_c^2 \pi}{900 \cdot 4 L_{p1} L_{p2}} = \\ &= \frac{\pi^3 (\overline{n}_{ep})^2 R_c (m_{p.m} - m_p) D_c^2}{3600 L_{p1} L_{p2}}. \end{aligned} \quad (2.85)$$

После произведенных преобразований получим математическую модель движения меда в соторамках при центрифугировании:

$$\left\{ \begin{aligned} \overline{F}_u &= \frac{\pi^3 (\overline{n}_{ep})^2 R_c (m_{p.m} - m_p) D_c^2}{3600 L_{p1} L_{p2}} \\ \overline{F}_m &= \frac{(m_{p.m} - m_p) D_c^2 \pi \overline{g}}{4 L_{p1} L_{p2}} \\ \overline{F}_y &= -\overline{v}_c \Omega \beta \left( \frac{T_n}{T_i} \right) \end{aligned} \right., \quad (2.86)$$

где  $\Omega$  - постоянная, зависящая от формы, размеров сота и состояния его поверхности.

Очевидно, что начало процесса откачки меда будет характеризоваться следующим неравенством, так как сила извлечения меда из сота должна пре-

вышать сумму сил удерживающих мед в соте соторамки. Тогда условие удаления меда будет иметь вид:

$$|\overline{F_u}| > |\overline{F_y}| + |\overline{F_{my}}|, \quad (2.87);$$

где  $|\overline{F_{my}}|$  - модуль проекции силы тяжести на направление силы вязкого трения. Дальнейший анализ ведем для модульных значений переменных:

$$\frac{\pi^3 n_{ep}^2 R_c (m_{p.m} - m_p) D_c^2}{3600 L_{p1} L_{p2}} > v \Omega \beta \left( \frac{T_n}{T_i} \right) + \frac{(m_{p.m} - m_p) D_c^2 \pi}{4 L_{p1} L_{p2}} g \sin \alpha, \quad (2.88);$$

$$\frac{\pi^2 n_{ep}^2 R_c m_{p.m}}{900} > v_c \Omega \beta \left( \frac{T_n}{T_i} \right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha, \quad (2.89);$$

Если исключить влияние силы тяжести, то условие удаления меда примет вид:

$$\frac{\pi n_{ep} R_c m_{p.m}}{30} > \Omega \beta \left( \frac{T_n}{T_i} \right), \quad (2.90);$$

Из формулы (2.90) видно основными факторами, влияющими на извлечение меда из сот является изменения температуры относительно нормальной (30<sup>0</sup>C) и частоты вращения барабана, что можно представить в виде номограммы (рисунок 2.13).

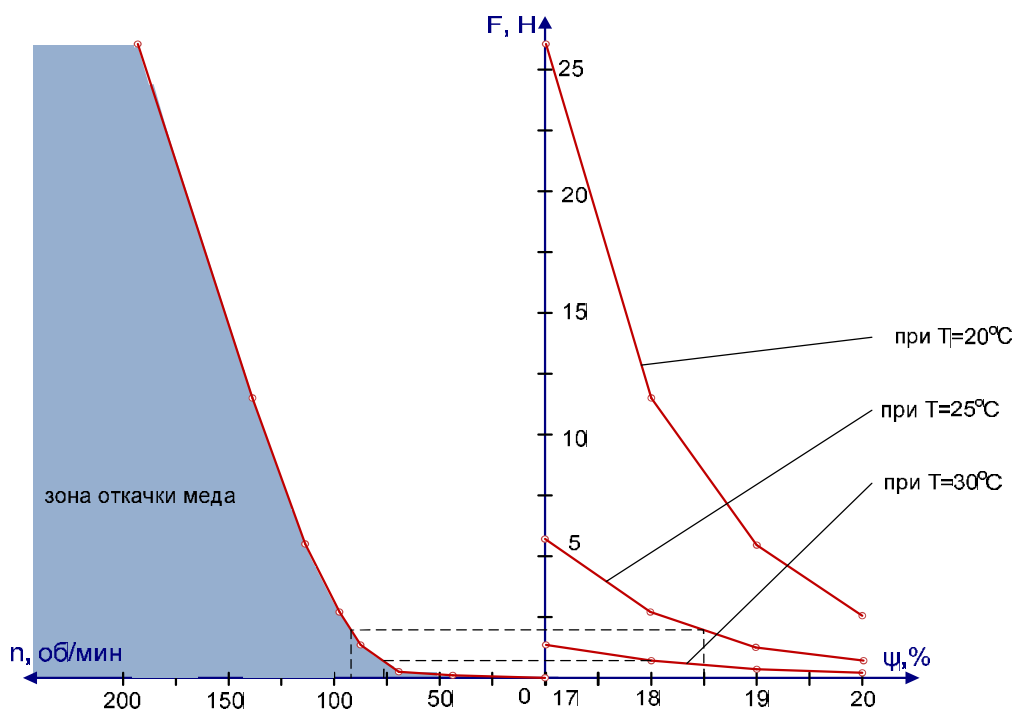


Рисунок 2.13 – Номограмма влияния температуры и влажности меда на начальную скорость барабана, при которой начинается откачка меда

Как видно из номограммы 2.13, выполнение условия 2.90 зависит от вязкости меда, которая находится в жесткой связи с его температурой и влажностью и скорости вращения барабана центрифуги. Таким образом, следует определить диапазон регулирования скоростей вращения для эффектив-

ной и качественной откачки меда из соторамок.

Формула (2.90) справедлива для отдельно взятого сота, находящегося на определенном расстоянии (радиус), что объясняет постепенное извлечение меда из соторамок. При одних и тех же условиях ( $T$  и  $\beta$ -const) мед начнет извлекаться из соторамки с ее «краев» так как радиус будет максимальным, а следовательно центробежная сила будет максимальная по всей ширине соторамки. По мере приближения к центру рамки, для того чтобы произошло извлечение меда из сота, нужно увеличивать угловую скорость, а следовательно число оборотов барабана-ротора центрифуги. Формула, выражающая данную зависимость, в общем виде выглядит следующим образом:

$$a_{ци} = \frac{\pi^2}{900} n_{эпи}^2 R_{ci}, \quad (2.91)$$

где:  $n_{эпи}$  - частота вращения барабана-ротора при которой начинается процесс извлечения меда из  $i$ -го сота, об/мин;  $R_{ci}$  - расстояние от центра вращения до  $i$ -ой соторамки, м;  $a_{ци}$  - центробежное ускорение,  $м/с^2$ .

Учитывая, что процесс происходит при постоянных физико-химических параметрах меда, то ускорения необходимые для начала откачки из сот на краю соторамки и из сот в центре соторамки, удаленных от центра оси вращения на разные расстояния, будут так же равны:

$$\frac{\pi^2}{900} n_{эпmax}^2 R_{сmax} = \frac{\pi^2}{900} n_{эпmin}^2 R_{сmin} = \frac{\pi^2}{900} n_{эпи}^2 R_{ci}, \quad (2.92)$$

где:  $n_{эпmax}$  - частота вращения барабана при которой начинается откачка меда из сота на расстоянии  $R_{сmax}$ , об/мин;  $n_{эпmin}$  - частота вращения барабана при которой начинается откачка меда из сота на расстоянии  $R_{сmin}$ , об/мин

$$R_{ci} = \sqrt{R_{сmin}^2 + [D_c(i-1)]^2}, \quad n_{эпmin}^2 R_{сmin} = n_{эпи}^2 \sqrt{R_{сmin}^2 + [D_c(i-1)]^2}, \quad (2.93)$$

$$n_{эпи}^2 = n_{эпmin}^2 \frac{R_{сmin}}{\sqrt{R_{сmin}^2 + [D_c(i-1)]^2}},$$

$$\frac{\pi^2}{900} n_{эпmin}^2 R_{сmin} = \frac{\pi^2}{900} n_{эпи}^2 \sqrt{R_{сmin}^2 + [D_c(i-1)]^2}, \quad n_{эпи} = n_{эпmin} \sqrt{\frac{R_{сmin}}{\sqrt{R_{сmin}^2 + [D_c(i-1)]^2}}} \quad (2.94)$$

Анализ формулы (2.94) на примере существующих трех- и четырех-рамочных медогонок показал следующее:

- 1) Зависимости извлечения меда из соторамок для всех хордиальных центрифуг одинаковы;
- 2) Зависимость изменения частоты вращения барабана при которой начина-



ется откачка меда из сота на расстоянии  $R_{c,i}$  выражается формулой:

$$n_{op,i} = \chi(R_{c,i})^{\nu}, \quad (2.95)$$

где:  $\chi$ -постоянная для определенного вида хордиальных центрифуг, при нормальных условиях процесса откачки, зависит от  $R_{c,min}$  (от 33,653);  $\nu$ - постоянная для хордиальных центрифуг, при нормальных условиях процесса откачки, (от -0,4987 до -0,5044), зависит от  $R_{c,min}$ ;

3) Зависимость относительного изменения частоты вращения  $n_i'$  от относительного изменения радиуса  $R_{c,i}'$  идентична для всех хордиальных центрифуг:

$$R_{c,i}' = (n_i')^2, \quad (2.96)$$

В литературе приведены зависимости изменения числа оборотов начала центрифугирования меда от расстояния сота до оси вращения.

Формула (2.90) показывает, что скорость вращения центрифуги зависит от силы, обусловленной вязкостью меда. В свою очередь вязкость связана в влажность и температурой меда. Так, например, для решения задач, поставленных в данной диссертации, необходимо решить очередную задачу, касающуюся зависимости скорости вращения центрифуги при которой начинается извлечение меда из соторамки от физико-химических свойств меда. По полученным данным для повышения достоверности результата, был произведен анализ функциональной зависимости вязкости от температуры, но уже при постоянной влажности меда. Полученная информация показала, что зависимость вязкости от температуры не носит строгий характер во всем диапазоне изменения температур. С целью максимально приблизить данные зависимости к реальным, была произведена аппроксимация полученных функций на трех участках температур (1-й 10°-30°, 2-й 30°-50°, 3-й 50°-80°). Используя полученные уравнения в диапазоне влажности 17-20%, что соответствует средней влажности российских медов – 18,47% и для диапазона температуры 10-80°, получены следующие зависимости скорости вращения центрифуги от вязкости и температуры:

$$n_{max.c} = \sqrt{\frac{(v_c \Omega \beta \left(\frac{T_n}{T_i}\right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha) 900}{\pi^2 R_{max.c} m_{p.m}}}, \quad (2.97)$$

- при влажности 17%:

а) T=10-30°C

$$n_{max.c} = \sqrt{\frac{(v_c \Omega 190,22 e^{(-0,1276 * T_i)} \left(\frac{T_n}{T_i}\right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha) 900}{\pi^2 R_{max.c} m_{p.m}}}. \quad (2.98)$$

б)  $T=30-50^{\circ}\text{C}$

$$n_{max.c} = \sqrt{\frac{(v_c \Omega 55,776 * e^{(-0,0866 * T_i)} \left(\frac{T_n}{T_i}\right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha) 900}{\pi^2 R_{max.c} m_{p.m}}}, \quad (2.99)$$

б)  $T=50-80^{\circ}\text{C}$

$$n_{max.c} = \sqrt{\frac{(v_c \Omega 14,269 e^{(-0,0582 * T_i)} \left(\frac{T_n}{T_i}\right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha) 900}{\pi^2 R_{max.c} m_{p.m}}}. \quad (2.100)$$

- при влажности 18%:

а)  $T=10-30^{\circ}\text{C}$

$$n_{max.c} = \sqrt{\frac{(v_c \Omega e^{112,68 e^{(-0,1217 * T)}} \left(\frac{T_n}{T_i}\right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha) 900}{\pi^2 R_{max.c} m_{p.m}}}. \quad (2.101)$$

б)  $T=30-50^{\circ}\text{C}$

$$n_{max.c} = \sqrt{\frac{(v_c \Omega 32,5 e^{(-0,0799 * T_i)} \left(\frac{T_n}{T_i}\right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha) 900}{\pi^2 R_{max.c} m_{p.m}}}. \quad (2.102)$$

б)  $T=50-80^{\circ}\text{C}$

$$n_{max.c} = \sqrt{\frac{(v_c \Omega 11,598 e^{(-0,0586 T_i)} \left(\frac{T_n}{T_i}\right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha) 900}{\pi^2 R_{max.c} m_{p.m}}}. \quad (2.103)$$

- при влажности 19%

а)  $T=10-30^{\circ}\text{C}$

$$n_{max.c} = \sqrt{\frac{(v_c \Omega 9777 T e^{(-2,8129 T_i)} \left(\frac{T_n}{T_i}\right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha) 900}{\pi^2 R_{max.c} m_{p.m}}}. \quad (2.104)$$

б)  $T=30-50^{\circ}\text{C}$

$$n_{max.c} = \sqrt{\frac{(v_c \Omega e^{(-2,81 T_i)} \left(\frac{T_n}{T_i}\right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha) 900}{\pi^2 R_{max.c} m_{p.m}}}. \quad (2.105)$$

б)  $T=50-80^{\circ}\text{C}$

$$n_{max.c} = \sqrt{\frac{(v_c \Omega 9,5326 e^{(-0,059T_i)} \left(\frac{T_H}{T_i}\right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha) 900}{\pi^2 R_{max.c} m_{p.m}}}$$

(2.106)

- при влажности 20%

а)  $T=10-30^{\circ}\text{C}$

$$n_{max.c} = \sqrt{\frac{(v_c \Omega 42,923 e^{(-0,1109T_i)} \left(\frac{T_H}{T_i}\right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha) 900}{\pi^2 R_{max.c} m_{p.m}}}$$

(2.107)

б)  $T=30-50^{\circ}\text{C}$

$$n_{max.c} = \sqrt{\frac{(v_c \Omega e^{12,009 e^{(-0,0675T)}} \left(\frac{T_H}{T_i}\right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha) 900}{\pi^2 R_{max.c} m_{p.m}}}$$

(2.108)

б)  $T=50-80^{\circ}\text{C}$

$$n_{max.c} = \sqrt{\frac{(v_c \Omega e^{7,9144 e^{(-0,0594T)}} \left(\frac{T_H}{T_i}\right) + m_{p.m} g \cdot \sin \alpha) 900}{\pi^2 R_{max.c} m_{p.m}}}$$

(2.109)

В литературе [167-171] приведен расчет скорости вращения центрифуги при которой начинается центрифугирование в зависимости от вязкости (температура) меда.

Определение пределов диапазона регулирования заключается в определении максимального и минимального значения частоты вращения.

В результате исследования полученных ранее выражений установлено, что влияние силы тяжести на процесс извлечения меда при центрифугировании незначительно и им можно пренебречь. Тогда выражение для начала извлечения меда из соторамок имеет вид:

$$\frac{\pi n_{ep} R_c m_{p.m}}{30} > \Omega \beta \left(\frac{T_H}{T_i}\right),$$

(2.110);

тогда минимальная скорость, требуемая для начала процесса

$$n_{min} = \frac{30 \Omega \beta \left(\frac{T_H}{T_i}\right)}{\pi n_{p.m}},$$

(2.111);

$$\omega_{min} = \frac{\Omega\beta\left(\frac{T_n}{T_i}\right)}{m_{p.m}} \quad (2.112).$$

Таким образом, минимальная скорость зависит от температуры и влажности меда, от качества соторамок и от массы меда в рамке.

Существующие в настоящее время хордиальные медогонки с электроприводом предусматривают откачку меда в два этапа: сначала полную откачку с одной стороны, а затем полную откачку со второй стороны соторамки. Именно по этой причине в настоящее время снижается качество откачки: степень откачки не превышает 85%, а потери соторамок составляют до 30 %.

Для повышения качества откачки следует использовать технологию с тремя этапами откачки: первый этап – откачка первой стороны соторамки – извлекается 15% от общей массы меда в рамке; второй этап – переворот и откачка меда со второй стороны соторамки – 50% меда; третий этап – переворот и откачка первой стороны соторамки – 35% меда. Логично предположить, что минимальная частота вращения барабана, требуемая для эффективной откачки на каждом из этапов будет разной. Изменение начальной частоты вращения будет зависеть от массы оставшегося меда в рамках. Таким образом, диапазон регулирования для каждого из этапов можно представить следующим образом:

$$1 \text{ этап - от } n_{min1} = \frac{30\Omega\beta\left(\frac{T_n}{T_i}\right)}{\pi m_{p.m}} \quad \text{до } n_{max1} = \frac{30\Omega\beta\left(\frac{T_n}{T_i}\right)}{\pi m_{p.m} \cdot 0,85} = n_{min2}, \quad (2.113);$$

$$2 \text{ этап - от } n_{min2} = \frac{30\Omega\beta\left(\frac{T_n}{T_i}\right)}{\pi m_{p.m} \cdot 0,85} \quad \text{до } n_{max2} = \frac{30\Omega\beta\left(\frac{T_n}{T_i}\right)}{\pi m_{p.m} \cdot 0,35} = n_{min3}, \quad (2.114);$$

$$3 \text{ этап - от } n_{min3} = \frac{30\Omega\beta\left(\frac{T_n}{T_i}\right)}{\pi m_{p.m}} \quad \text{до } n_{max3} \quad (2.115)$$

В основе определения верхнего предела оборотов  $n_{max3}$  лежит многолетний опыт пчеловодов, который доказывает, что данный показатель не должен превышать 250-280 об/мин. Это связано с пределом прочности воцин в соторамок. Если число оборотов выше указанного предела, то происходит физическое разрушение конструкции соторамки: воцина отслаивается от удерживающих ее элементов. Данный факт приводит к порче соторамок и приводит к необоснованным материальным и экономическим затратам. Для

снижения вероятности порчи рамок за основу принят нижний предел: 280 об/мин.

Таким образом, получаем, что крайние показатели диапазона вращения будут определяться минимальной скоростью при которой начинается откачка меда 71 об/мин и максимальной при которой увеличиваются риски порчи соторамок и влекущая за собой экономические и инвентарные издержки 280 об/мин. Следовательно, соотношение начальных скоростей вращения по этапам откачки 1:1,18:2,85.

Например, для меда влажностью 18,5 % и температурой 30°C с использованием полученных выражений установлены следующие диапазоны частот вращения по этапам: 1 этап – от 71 до 83 об/мин; 2 этап – от 83 до 202 об/мин; 3 этап – от 202 до 280 об/мин.

Для определения инерционных приводных характеристик необходимо рассмотреть конструкцию медогонки. Медогонка имеет наружный бак и внутренний барабан ротор, в который вставляют рамки с медом. При вращении барабана мед под действием центробежной силы извлекается из сот рамок и стекает по стенкам бака на дно. При этом изменение частоты вращения ротора должно быть плавным, согласно технологического процесса  $d$ : 71,15-250 об/мин, чтобы не разрушить соторамки. В современных медогонках для регулирования скорости вращения ротора используют различные, сложные механические передачи. В подавляющем большинстве случаев используемых электроприводов регулирование скорости происходит реостатным способом. Согласно данным полученным от пчеловодов это очень неудобно, во-первых, это происходит вручную, во-вторых, вариатор очень тяжело настроить, что приводит либо к быстрому разгону ротора, либо необходимая номинальная скорость достигается с трудом. В первом случае это приводит к повреждению соторамок, а во втором случае не обеспечивает необходимого качества откачки меда, что ведет к нарушению технологического процесса. В результате несовершенства конструкции до 15% рамок остаются в поврежденном состоянии, увеличиваются трудозатраты, часто приходится менять детали передачи электропривода так, как передача на является прямой и в ее состав входят фрикционы, постоянно требующие замены на новые из-за быстрого износа. Все, вышеперечисленные, аргументы являются достаточными для проведения реконструкции медогонки.

При анализе инерционных характеристик, установку будем рассматривать как двухмассовую систему с упругими связями. Определим момент инерции системы, если конструкцию барабана-ротора хордиальной медогонки, представить как обруч, вращающийся вокруг своей оси. Формула определения момента инерции будет выглядеть следующим образом:

$$J = m_{\phi} R^2, \quad (2.116)$$

где:  $J$  - момент инерции системы, кг·м<sup>2</sup>;  $R$  - радиус до центра масс, м;  $m_{\phi}$  - масса вращающихся частей системы, кг.

Рассмотрим величину  $m_{\phi}$

$$m_{\delta} = m_{ep} + n_p m_p, \quad (2.117)$$

где:  $m_{ep}$  - масса барабана-ротора, без соторамок, кг;  $m_p$  - масса соторамок с медом, кг;  $n_p$  - число соторамок, шт.

Момент инерции барабана-ротора с соторамокками:

$$J_{\delta} = (m_{ep} + n_p m_p) R^2, \quad (2.118)$$

Важным является то, что форма барабана, а так же исполнение медогонки существенно влияет на момент инерции ротора-барабана, формула (2.118) применима в случае если барабан представлен в форме обруча, следовательно, расчет, произведенный по данной схеме для большинства медогонок используемых пчеловодами в домашних условиях будет приближенным, так как большинство медогонок трех и четырехрамочные. Следовательно, необходимо в каждом случае применять расчет, скорректированный на количество рамок.

Для трех рамочной медогонки согласно теореме Штейнера (теорема о переносе осей вращения) - «Момент инерции тела относительно произвольной оси вращения, равен сумме момента инерции этого тела  $J$  относительно оси проходящей через центр масс этого тела, параллельно рассматриваемой оси и произведения массы тела  $m$  на квадрат расстояния  $r$  между осями»:

$$J_{\delta} = n_p (J_1 + m'_p r^2), \quad (2.119)$$

где:  $J_{\delta}$  - момент инерции барабана-ротора с соторамокками, кгм<sup>2</sup>;  $J_1$  - момент инерции относительно оси проходящей через центр масс каждой рамки, кгм<sup>2</sup>;  $r^2$  - квадрат расстояния между осями, м<sup>2</sup>.

Произведем расчет  $J_1$  согласно рисунку 2.14:

$$J_1 = \frac{1}{12} m'_p R^2, \quad (2.120)$$

где:  $m'_p$  - масса соторамки приведенная к массе загруженного ротора, кг;

$R$  - расстояние до центра масс, м.

$$J_{\delta} = n_p \left( \frac{1}{12} m'_p R^2 + m'_p r^2 \right), \quad (2.121)$$

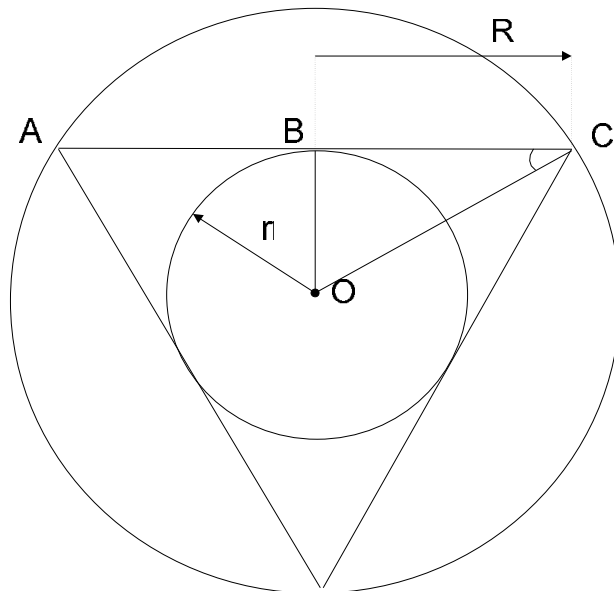


Рисунок 2.14 – Схема барабана-ротора.

Приведенный момент инерции системы электродвигатель центрифуга:

$$J_{np} = J_{\delta} + J_n + \frac{n_p \left( \frac{1}{12} m'_p R^2 + m'_p r^2 \right)}{\gamma^2}, \quad (2.122)$$

где:  $J_{np}$  - приведенный момент инерции системы, кгм<sup>2</sup>;  $J_{\delta}$  – момент инерции электродвигателя, кгм<sup>2</sup>;  $J_n$  – момент инерции передачи  $J_n = 0,2 J_{\delta}$ , кгм<sup>2</sup>;  $\gamma$  – передаточное число.

$$J_{np} = 1,2 J_{\delta} + \frac{n_p m'_p \left( \frac{1}{12} R^2 + r^2 \right)}{\gamma^2}, \quad (2.123)$$

Нужно отметить тот факт, что при вращении барабана масса рамок, а точнее масса меда, с течением времени изменяется, согласно формуле (2.52) это влияет на момент инерции. Следовательно, изменение массы меда с изменением частоты вращения с течением времени, ведет к изменению момента инерции, формула (2.123) отражает величину момента инерции относительно массы загруженной центрифуги в определенный момент времени.

Основной задачи любого расчета является не только конечный результат, но так же и универсальность расчетной формулы. В данном пункте выведена формула момента инерции для вращающихся частей хордиальных центрифуг любой конструкции и производительности.

Общая формула, определяющая момент инерции загруженной центрифуги:

$$J_{\delta} = n_p \int_{m_1 R_{min}}^{m_2 R_{max}} R dm \cdot dx, \quad (2.124)$$

Принимая во внимание, то, что мед в соторамке расположен не в рав-

номерно распределенном объеме, а в сотах дискретно, то аналитический вид момента инерции отдельно взятого сота, при  $m=const$  можно привести к следующему виду:

$$J_c = m'_c R_{ci}^2, \quad (2.125)$$

где:  $J_c$  - момент инерции сота с медом, кгм<sup>2</sup>;  $m'_c$  - масса сота приведенная к массе барабана, кг;  $R_{ci}$  – расстояние от центра оси вращения до центра масс  $i$ -того сота, м.

$$m'_c = \frac{m_\delta}{n_p n_c}, \quad (2.126)$$

где:  $m_\delta$  - масса вращающихся частей с соторамками, кг.

Момент инерции рамки определяется:

$$J'_p = n_c \sum m'_c R_{ci}^2, \quad (2.127)$$

где:  $R_{ci}$  - расстояние от оси вращения до центра масс  $i$ -го сота, м;  $n_c$  - число сот на соторамке с одной стороны, шт.

Формула (2.127) верна в случае, если  $R_{ci}=const$ . Рассмотрев рисунки (2.14 -2.16) видно, что  $R_{ci}$  изменяется в диапазоне от  $R_{c.min}$  до  $R_{c.max}$  и можно записать следующее:

$$R_{ci}^2 = R_{c.min}^2 + [D_c (i - 1)]^2, \quad (2.128)$$

где:  $D_c$  - диаметр сота, м;  $i$  - число в диапазоне  $[1....\kappa'_{c.z}]$ .

$$\kappa'_{c.z} = \frac{1}{2} \kappa_{c.z}, \quad (2.129)$$

где:  $\kappa_{c.z}$  - количество сот по горизонтали в соторамке, шт.

Формула момента инерции соторамки примет следующий вид:

$$J'_p = 2\kappa_{c.в} \sum_{i=\kappa'_{c.z}}^{i=1} m'_c (R_{c.min}^2 + [D_c (i - 1)]^2), \quad (2.130)$$

где:  $\kappa_{c.в}$  - количество сот в рамке по вертикали, шт;  $R_{c.min}$  - кратчайшее расстояние от оси вращения до соторамки, шт.



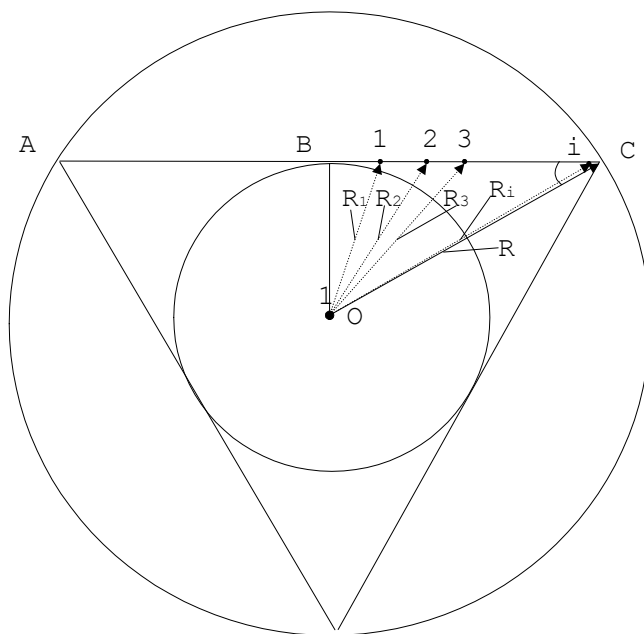


Рисунок 2.15 – Схема барабана-ротора для расчета момента инерции.

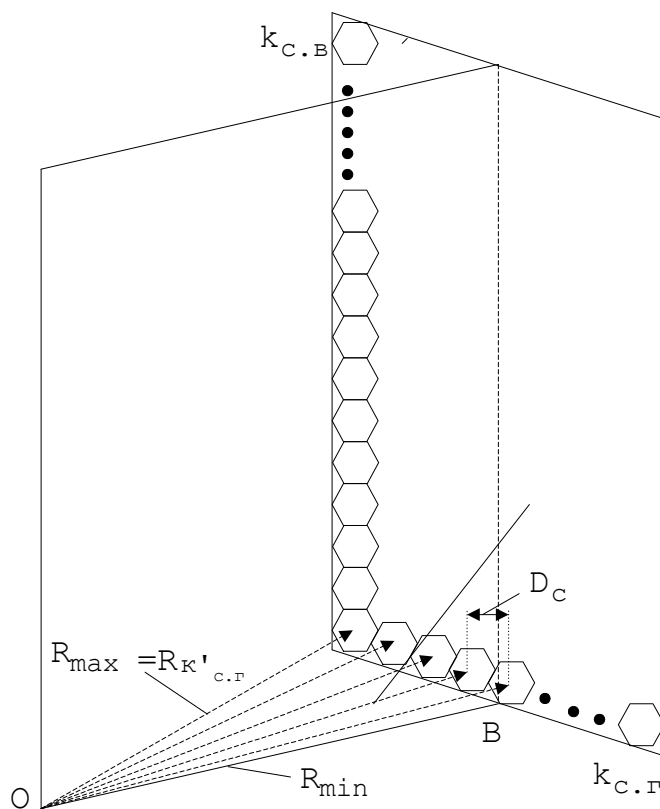


Рисунок 2.16 – Общий вид расположения соторамки в центрифуге.

Для определения относительного изменения момента инерции вдоль ширины рамки необходимо установить значения соотношения ширины рамки  $l_p$  к радиусу барабана  $R_{\sigma} = R_{c.max}$ . Так как хордиальные центрифуги могут быть двух, трех, четырех, шести, восьми и двенадцати рамочные, то соотно-

шения  $\frac{l_p}{R_{c.max}}$  будут следующие: 2 соторамки – 0,85; 3 соторамки – 0,85; 4 соторамки – 0,75; 6 соторамок – 0,5; 8 соторамок – 0,41; 12 соторамок – 0,28.

Относительные значения изменения момента инерции вдоль ширины рамки в зависимости от конструкции медогонки можно изобразить графически (рисунок 2.17).

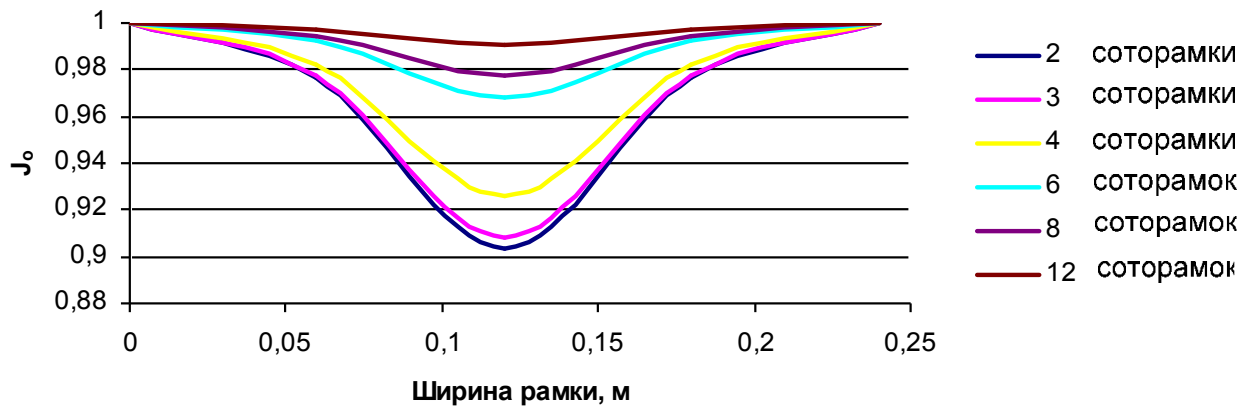


Рисунок 2.17 – Относительное изменение момента инерции по ширине рамки в зависимости от числа рамок на которое рассчитана конструкция центрифуги для откачки меда

Формула момента инерции вращающейся части центрифуги примет следующий вид:

$$J_{\bar{o}} = n_p J'_p, \quad (2.131)$$

$$J_{\bar{o}} = 2n_p \kappa_{c.б} \sum_{i=\kappa_{c.2}}^{i=1} m'_c (R_{c.min}^2 + [D_c (i-1)]^2), \quad (2.132)$$

$$J_{\bar{o}} = 2n_p \kappa_{c.б} m'_c \sum_{i=\kappa_{c.2}}^{i=1} (R_{c.min}^2 + [D_c (i-1)]^2), \quad J_{\bar{o}} = 2n_p \kappa_{c.б} m'_c (\kappa'_{\kappa.2} R_{c.min}^2 + D_c^2 \sum_{n=(\kappa_{c.2}-1)}^{n=1} i^2),$$

$$J_{\bar{o}} = n_p \kappa_{c.б} m'_c \kappa_{\kappa.2} R_{c.min}^2 + 2n_p \kappa_{c.б} m'_c D_c^2 \sum_{n=(\kappa_{c.2}-1)}^{n=1} i^2,$$

$$J_{\bar{o}} = m_{\bar{o}} R_{c.min}^2 + 2n_p \kappa_{c.б} m'_c D_c^2 \sum_{n=(\kappa_{c.2}-1)}^{n=1} i^2, \quad J_{\bar{o}} = m_{\bar{o}} R_{c.min}^2 + \frac{2m_{\bar{o}}}{\kappa_{c.2}} D_c^2 \sum_{n=(\kappa_{c.2}-1)}^{n=1} i^2. \quad (2.133)$$

Подставляя в формулу (2.133) постоянные величины получим:

$$J_{\bar{o}} = m_{\bar{o}} R_{c.min}^2 + \frac{2m_{\bar{o}}}{\kappa_{c.2}} D_c^2 \sum_{n=(\kappa_{c.2}-1)}^{n=1} i^2, \quad (2.134)$$

$$J_{\bar{o}} = m_{\bar{o}} R_{c.min}^2 + k_p \cdot D_c^2 \cdot m_{\bar{o}}, \quad (2.135)$$

Общий момент инерции определяется выражением:

$$J_{np} = J_{\delta} + J_n + J_{\delta} = 1,2J_{\delta} + m_{\delta} R_{c.min}^2 + k_p \cdot D_c^2 \cdot m_{\delta}. \quad (2.136)$$

где  $k_p$  – коэффициент учитывающий конструкцию рамки. Для используемой в 96 % случаев рамки Дадана-Блатта размером 450×300 мм произведение  $k_{\delta} \cdot D_n^2 = 0,006$ .

Однако с учетом того, что центрифуга (медогонка) является системой переменной массы, с чем мы столкнулись при расчете, то момент инерции системы будет выражаться функцией от массы системы.

Извлечение меда из соторамок начнется при вращении центрифуги с определенной частотой вращения (71,15- $n_{max}$  об/мин). Зная изменение частоты вращения от изменения радиуса (2.135), можно найти зависимость изменение массы меда от частоты вращения, а, следовательно, зависимость момента инерции системы от изменения массы данной системы и зависимость момента инерции системы от изменения частоты вращения данной системы.

Представим, что по мере разгона центрифуги весь диапазон изменения частоты вращения будет включать в себя частоты соответствующие тем частотам при которых в зависимости от изменения радиуса будет извлекаться мед из сот, а, следовательно, и момент инерции системы. Момент инерции барабана-ротора на момент извлечения из очередного сота меда, будет равен моменту инерции соответствующему массе подвижной части центрифуги с медовыми рамками, за вычетом массы меда извлеченной на данный момент.

Определение момента инерции при изменения массы системы:

$$J_{\delta} = m_{\delta} R_{c.min}^2 + k_p \cdot D_c^2 \cdot m_{\delta} = m_{\delta} (R_{c.min}^2 + k_p \cdot D_c^2) \quad (2.137)$$

$$J_{\delta Ji} = m_{\delta Ji} (R_{c.min}^2 + k_p \cdot D_c^2) = (m_{\delta} - \sum_{i=K_{c.2}}^1 2im_{c.m} \kappa_{c.6} n_p) (R_{c.min}^2 + k_p \cdot D_c^2), \quad (2.138)$$

где:  $J_{\delta Ji}$  - момент инерции барабана-ротора на момент скорости  $n_{c.mi}$ , Нм<sup>2</sup>;

$m_{\delta Ji}$  - масса барабана-ротора на момент скорости  $n_{c.mi}$ , кг.

Для дальнейших расчетов изменение массы принято дискретным для и разбито на три этапа в соответствии с принятыми режимами откачки меда.

Представим центрифугу загруженную рамками с медом, как две различные системы в одном целом. Первая система это непосредственно вращающаяся конструкция с учетом коробов для рамок и самих рамок, но без меда – система с постоянной массой, а вторая система это система переменной массы – мед. При этом каждая система порождает свой, индивидуальный момент сопротивления, а их результирующая есть момент сопротивления всей системы.

Рассмотрим механическую характеристику рабочей машины как дискретные значения, характеризующие каждую точку, выстроенные в кривую.

Известно, что момент сопротивления пропорционален угловой скорости и моменту инерции системы. В случае если масса системы постоянна то зависимость только от скорости, но если система переменной массы, то проявляется так же функциональная зависимость относительно изменения массы системы. Исходя из вышесказанного, момент в каждой точке необходимо корректировать пропорционально массе, однако в нашем случае, так же изменяется и радиус вращения в связи с конструктивными особенностями центрифуги. Выражение, учитывающее данные изменения выглядит следующим образом:

$$M_{ск} = \left[ M_{co} + (M_{сн} - M_{co}) \left( \frac{n_i}{n_n} \right)^2 \right] d_j, \quad (2.139)$$

где:  $M_{ск}$  - момент сопротивления рабочей машины скорректированный относительно изменения момента инерции, Нм;  $d_j = J_i / J_n$  - коэффициент зависящий от изменения приведенного момента инерции в процессе откачки, о.е.

Проведенные теоретические расчеты показывают, что формула (2.134) применительно к трехрамочным центрифугам, верна.

Проанализировав экспериментальные данные установлено, что номинальный момент сопротивления системы в конце второго этапа откачки всего лишь на 0,025% отличается от номинального момента сопротивления центрифуги, если бы она была загружена соторамками с медом массой равной остатку меда в сотах после откачки. Данный факт доказывает, что расчеты и предположения, верны для трехрамочных и четырехрамочных центрифуг.

На основе полученных результатов определены механические характеристики (графики) центрифуги для двух этапов откачки меда, как системы переменной массы. На рисунке 2.18 изображены механические характеристики рабочей машины: 1 - загруженной медом с постоянной массой меда на протяжении всего процесса откачки 1-го этапа; 2 - загруженной медом с переменной массой меда на протяжении всего процесса откачки 1-го этапа; 3 - загруженной медом с постоянной массой меда на протяжении всего процесса откачки 2-го этапа; 4 - загруженной медом но с постоянной массой меда на протяжении всего процесса откачки 2-го этапа; 5 - без меда.

После определения и построения механической характеристики центрифуги, основываясь на графическом изображении и ранее рассчитанных этапов регулирования скорости, определяем с нагрузочной диаграммой. Нагрузочная диаграмма (НД) определяется из условий наличия 4 этапов регулирования скорости вращения барабана центрифуги и времени вращения на каждом этапе.

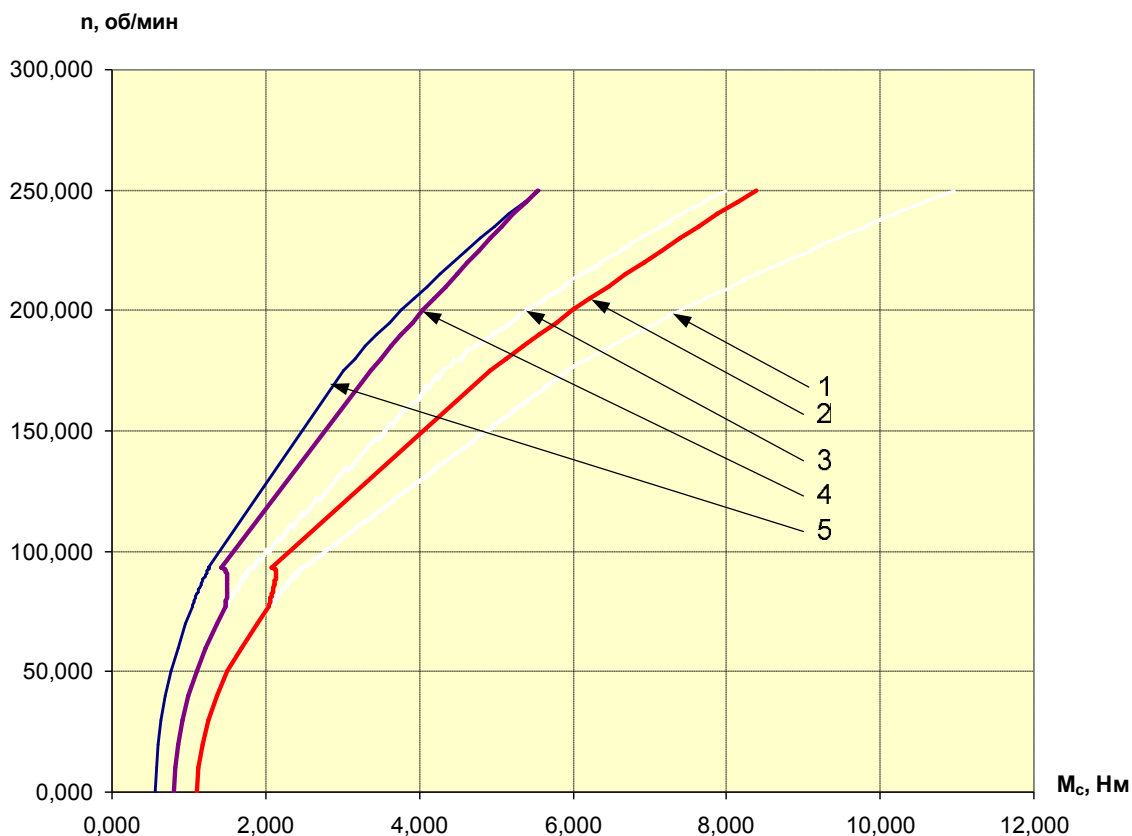


Рисунок 2.18– Результаты моделирования механических характеристик рабочей машины в условиях системы переменной массы.

При расчете данных и построении нагрузочной диаграммы необходимо принять следующие условия:

а) Перечень диапазонов:

- перезагрузка,  $\Delta t_1 = 1$  мин;
- первый разгон  $[0 \div n_{min1}]$  об/мин,  $\Delta t_2 = 0,1$  мин;
- первый этап – диапазон  $[n_{min1} \div n_{max1}]$  об/мин,  $\Delta t_3 = 1$  мин;
- торможение,  $\Delta t_4 = 0,5$  мин;
- переворот соторамок,  $\Delta t_5 = 0,5$  мин;
- разгон  $[0 \div n_{min2}]$  об/мин,  $\Delta t_6 = 0,15$  мин;
- второй этап – диапазон  $[n_{min2} \div n_{max2}]$  об/мин,  $\Delta t_7 = 2$  мин;
- торможение,  $\Delta t_8 = 0,5$  мин;
- переворот соторамок,  $\Delta t_9 = 0,5$  мин;
- разгон  $[0 \div n_{min3}]$  об/мин,  $\Delta t_{10} = 0,2$  мин;
- третий этап – диапазон  $[n_{min3} \div n_{max3}]$  об/мин,  $\Delta t_{11} = 3$  мин;
- торможение,  $\Delta t_{12} = 0,5$  мин.

Полное время цикла работы электропривода центрифуги для откачки меда составляет 11 мин

б) расчет мощности на каждом этапе определяется исходя из соответствия момента сопротивления рабочей машины предельным скоростям вращения на каждом этапе регулирования.

После выполнения расчетов приведенных в предыдущих пунктах имеется вся информация для построения нагрузочной диаграммы. Нагрузочная диаграмма строится в виде графика с координатами – время, мощность. При формировании оси времени, размерность шкалы выражается в минутах. При построении оси мощности, значения наносятся в Вт. Изображение диаграммы представлено на рисунках 2.19-2.20.

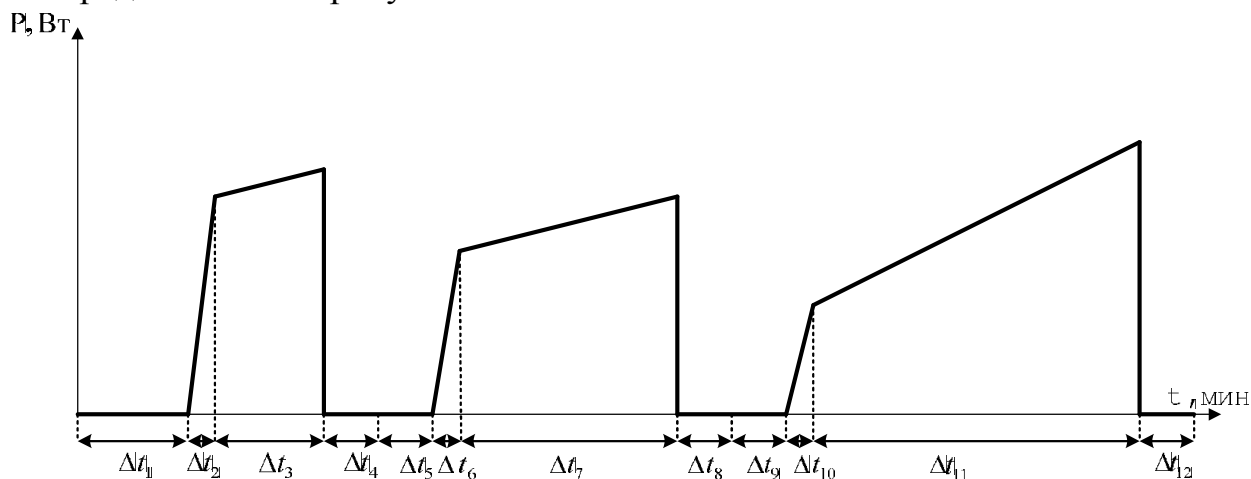


Рисунок 2.19 – Нагрузочная диаграмма рабочей машины

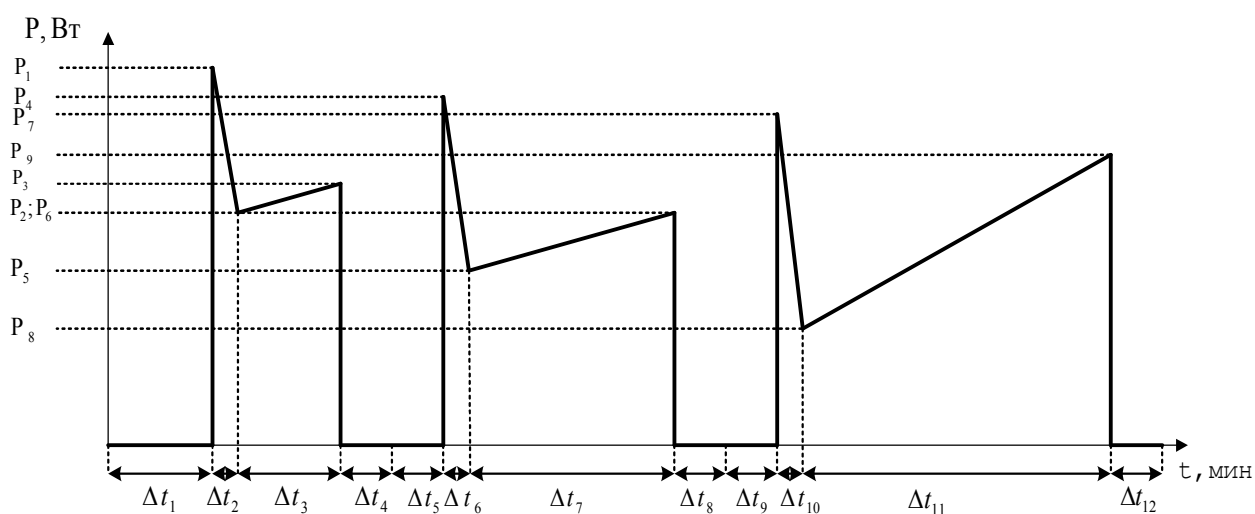


Рисунок 2.20 – Нагрузочная диаграмма электродвигателя центрифуги для откачки меда

Полученная нагрузочная диаграмма показывает что, электропривод центрифуги для откачки меда имеет режим работы при периодическом изменении частоты вращения и нагрузки S8. Результаты исследований могут быть использованы в методике выбора электродвигателя для электропривода медогонки. В соответствии с полученной нагрузочной диаграммой выражение для расчета средней эквивалентной мощности будет иметь вид:

$$P_{\text{экс}} = \sqrt{\frac{(P_1^2 + P_1P_2 + P_2^2) \frac{\Delta t_2}{3} + (P_2^2 + P_2P_3 + P_3^2) \frac{\Delta t_3}{3} + (P_4^2 + P_4P_5 + P_5^2) \frac{\Delta t_6}{3} + (P_5^2 + P_5P_6 + P_6^2) \frac{\Delta t_7}{3} + (P_7^2 + P_7P_8 + P_8^2) \frac{\Delta t_{10}}{3} + (P_8^2 + P_8P_9 + P_9^2) \frac{\Delta t_{11}}{3}}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5 + \Delta t_6 + \Delta t_7 + \Delta t_8 + \Delta t_9 + \Delta t_{10} + \Delta t_{11} + \Delta t_{12}}}, \quad (2.140)$$

где  $P_1$  – пусковая мощность при первом разгоне, Вт;  $P_2$  – мощность в начале первого этапа откачки, Вт;  $P_3$  – мощность в конце первого этапа откачки, Вт;  $P_4$  – пусковая мощность при втором разгоне, Вт;  $P_5$  – мощность в начале второго этапа откачки, Вт;  $P_6$  – мощность в конце второго этапа откачки, Вт;  $P_7$  – пусковая мощность при третьем разгоне, Вт;  $P_8$  – мощность в начале третьего этапа откачки, Вт;  $P_9$  – мощность в конце третьего этапа откачки, Вт.

На основании проведенных исследований построены механические характеристики для двух этапах откачки меда (Рисунок 2.21). Также определены зависимости момента инерции от скорости вращения центрифуги для первого и второго этапов откачки меда (Рисунок 2.22).

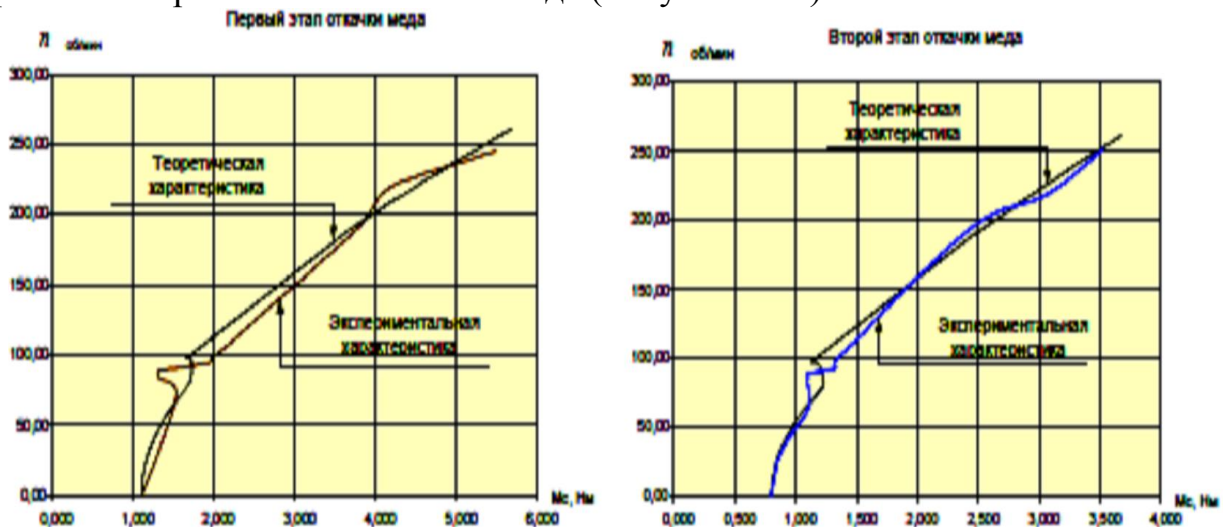


Рисунок 2.21- Теоретические и экспериментальные механические характеристики центрифуги для откачки меда.

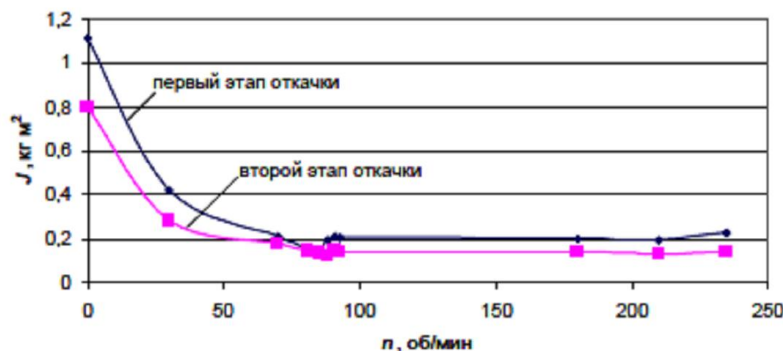


Рисунок 2.22- Инерционные характеристики центрифуги для откачки меда

Из рисунка 2.22 видно, что момент инерции изменяется в процессе откачки меда, что влияет на время установления заданной скорости и на потери в электродвигателе. Построены также электромеханические характеристики (Рисунок 2.23), которые показывают изменения потребляемой мощности в зависимости от этапа откачки и скорости вращения.

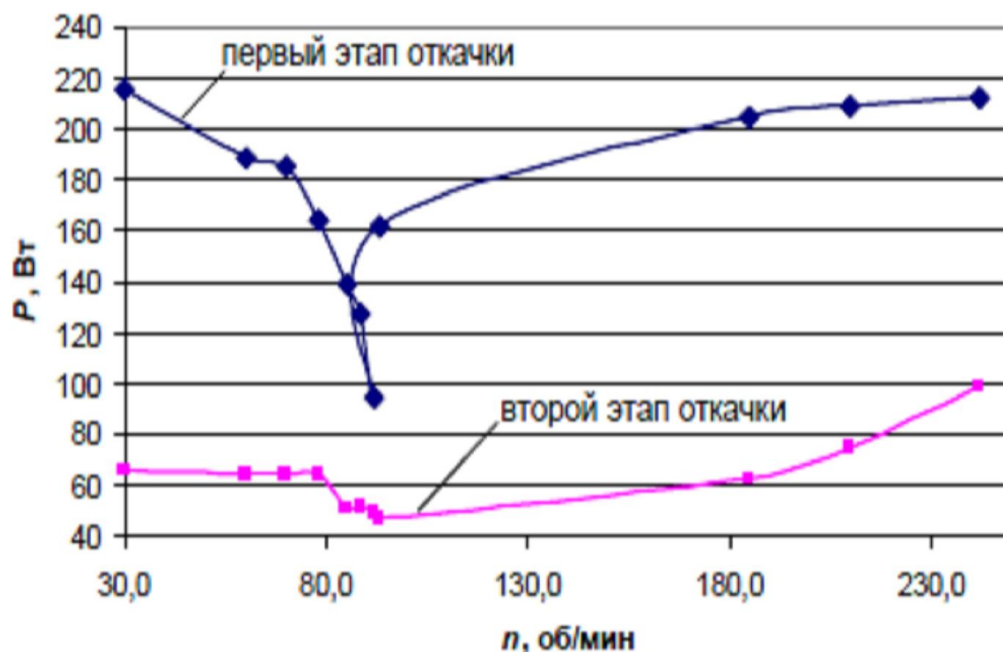


Рисунок 2.23- Электромеханические характеристики центрифуги для откачки меда

На основе планирования эксперимента получена регрессионная модель, представленная полиномом второй степени, связывающая частоту вращения центрифуги с влажностью и температурой меда:

$$y = 3406 - 217,2x_1 - 88,3x_2 + 3x_1x_2 + 3,4x_1^2 + 0,55x_2^2, \quad (2.141)$$

где  $x_1$  – влажность меда;  $x_2$  – температура меда.

Разработана электрическая принципиальная схема электропривода центрифуги для откачки меда с применением микроконтроллера (Рисунок 2.24). Результаты теоретического анализа, моделирования и экспериментальных исследований легли в основу программного обеспечения, зарегистрированного в Госреестре [145-146]. Реализация данной схемы позволит максимально адекватно подбирать скорость вращения рамок в центрифуги без участия человека. Применяемое частотное управление скоростью электродвигателя обеспечивает минимальное потребление электроэнергии, высокую плавность изменения скорости вращения, электрическое торможение при отключении. Индикация всех режимов дает возможность пчеловоду контролировать процесс, при необходимости – корректировать режим работы. После определенного количества откачек (с корректировкой всех режимов), возможна архивация данных, их анализ и изменение программного обеспечения. Возможно изменение схемы для электродвигателей постоянного тока.



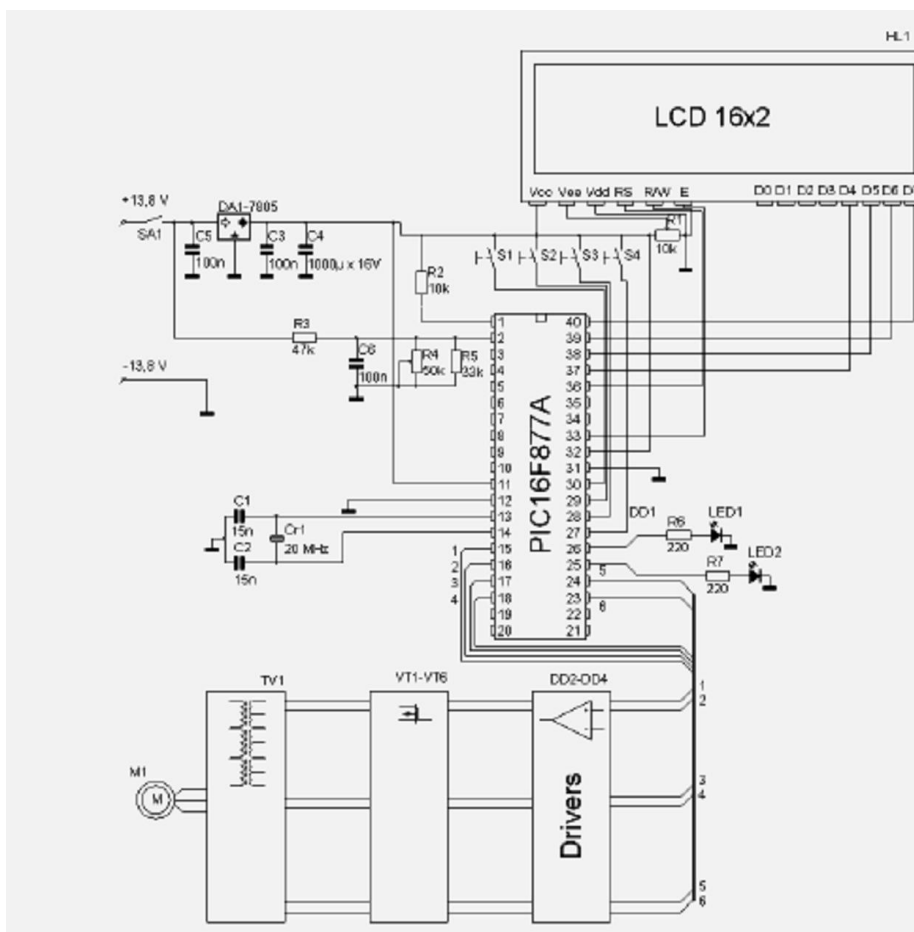


Рисунок 2.24 – Схема электрическая принципиальная автоматизированного электропривода центрифуги для откочки меда

## 2.4 Выводы

1. В сельскохозяйственном производстве одним из комплексных показателей оценки производительности труда является рентабельность производства или рентабельность труда. Получена формула для оценки рентабельности труда в пчеловодстве, учитывающая цену и себестоимость единицы продукции, среднее количество и медопродуктивность пчелиных семей, среднюю численность занятых в производстве, все виды дотаций и денежных затрат.

2. Рассчитана рентабельность труда в первой десятке стран с высокими показателями производительности труда и валовым сбором меда и установлено, что Россия занимает 7-е место по данному показателю.

3. Предложена формула для определения рентабельности труда в пчеловодстве с учетом количества медосборов, сложившейся цены на данный сорт меда, количества обслуживаемых пчелиных семей, средней медопродуктивности пчелиной семьи при медосборе на конкретном медоносе, постоянных и переменных издержек производства.

4. Получена целевая функция оптимизации рентабельности труда в пчеловодстве, анализ которой на примере пчеловодства в Краснодарском крае

показал, что при трехразовой качке меда за сезон рентабельность труда составила 4250 дол./чел., а при четырехразовой качке – 5000 дол./чел.

5. Предложено ввести в пчеловодстве 4 уровня автоматизации и механизации основных технологических процессов, для которых соответственно оптимальная рентабельность труда составляет: 10000 долл./чел., 20000 долл./чел., 30000 долл./чел., 40000 долл./чел. Введено понятие затратности, связанное с автоматизацией и механизацией основных производственных процессов и которое определяется как обратная величина рентабельности.

6. Поиск оптимального решения целевой функции и оптимальных значений ее параметров, проведенный по специальному приложению MS EXCEL итерационным способом на основе метода Ньютона показал, что для 1-го уровня автоматизации и механизации основных технологических процессов оптимальное значение нормы обслуживания одного пчеловода составляет 132 пчелиной семьи, при уровне затратности производства равном 0,66. Аналогично были получены оптимальные значения и для других уровней автоматизации и механизации: 2 уровень – норма обслуживания 375 шт/чел., при затратности 1,88; 3-й уровень – 891 шт/чел., при затратности 4,46; 4-й уровень – 1576 шт/чел., при затратности 7,88.

7. Получена формула для определения рентабельности труда в пчеловодстве с учетом степени ее развития, которая показывает, что рентабельность можно повысить увеличением медопродуктивности путем сокращения тепловых потерь ульями и стимуляции весеннего развития пчелиных семей. Сокращение тепловых потерь необходимо производить установкой электроподогревателей, а стимуляцию развития совместным использованием электроподогрева и электроозонирования.

8. Получены уравнения для расчета тепловых потерь через стенки улья и при удалении из улья, обогащенного парами воды воздуха. Построены графики зависимости тепловых потерь в улье от температуры наружного воздуха и его относительной влажности, из которых видно, что при изменении температуры наружного воздуха от  $-15$  до  $8^{\circ}\text{C}$  и изменении влажности наружного воздуха от 60 до 100% потери уменьшаются от 4-5 Вт до 0,2-0,4 Вт. На вид таких характеристик также оказывает влияние температура внутри клуба пчел. Установлено, что изменение температуры внутри клуба  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  приводит к изменению тепловых потерь при температуре наружного воздуха  $-15^{\circ}\text{C}$  -  $\pm 1$  Вт, а при температуре  $5^{\circ}\text{C}$  -  $\pm 0,5$  Вт. Полученные зависимости справедливы для зимнего (спокойного) состояния пчел, когда они находятся в клубе.

9. В результате аппроксимации кривых зависимостей тепловых потерь от наружной температуры получены линейные уравнения, упрощающие аналитические расчеты. Используя уравнения аппроксимации и метеоданные по Краснодарскому краю на примере 2011 года, рассчитаны расход электроэнергии за зимние месяцы одним ульем, который составил 15 кВт·ч и уровень сокращения запасов корма, что привело к увеличению медопродуктивности пчел при последнем медосборе на 2,5-3 кг.

10. Используя метеоданные по Краснодарскому краю за 2011 год по

трем весенним месяцам и полученные формулы, были определены следующие параметры: расход корма по месяцам без обогрева, расходы корма с обогревом и обогревом с озонированием, затраты электрической энергии, экономия кормовых запасов. В соответствии с предлагаемой технологией обработки пчел озоном, проводить ее, с целью стимуляции развития и уничтожения вредных микроорганизмов, рекомендуется в апреле месяце. Электроподогрев должен вестись в течение всех трех весенних месяцев. Применение совокупности электротехнологических методов дает возможность увеличить степень развития пчелиных семей в весенний период в два раза и как следствие, увеличить в четыре раза медопродуктивность одной семьи в первую качку меда.

11. Расчеты по рентабельности труда в пчеловодстве с использованием электротехнологий показали, что данный показатель увеличивается в два раза, например в Краснодарском крае, при внедрении электротехнологии и 4-х разовой качке меда за сезон, рентабельность увеличилась с 4550 до 8832 дол/чел.

12. Определены механические и инерционные характеристики центрифуги для откачки меда, учитывающие снижение массы барабана в процессе откачки. Аналитически выведено уравнение механической характеристики рабочей машины, включающей коэффициент, связанный с изменением приведенного момента инерции.

13. Получена математическая модель влияния температуры меда в диапазоне от 20 до 30 °С, и влажности меда в диапазоне от 17 до 21 % на начальную скорость вращения центрифуги. Обоснован рациональный режим работы электропривода центрифуги для откачки меда, включающий откачку медовых рамок в 3 этапа. Для каждого из этапов обоснована частота вращения барабана центрифуги с учетом температуры и влажности откачиваемого меда. Результаты исследований могут быть использованы для построения нагрузочной диаграммы и правильного выбора электродвигателя, а также для программирования микроконтроллера реализующего рациональный режим регулируемого электропривода центрифуги для откачки меда. Программные продукты защищены свидетельствами №2011610006, №2010620237.

### 3. РАЗРАБОТКА И СИНТЕЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ, СХЕМ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ, ПОВЫШАЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЧЕЛОВОДСТВА

#### 3.1 Технологические схемы электрообогрева и электроозонирования пчелиных семей

Доказано, что системы с использованием определенных концентраций озона оказывают положительное влияние на факторы развития и продуктивности пчелиных семей [49], что выражается следующим образом: создают оптимальный температурный режим; снижают концентрацию болезнетворных микроорганизмов; снижают влажность внутриульевого воздуха; улучшают газовый состав внутриульевого воздуха. Следовательно, применение систем автоматического электрообогрева и электроозонирования создает наиболее благоприятные условия для развития пчелиных семей.

Одним из факторов снижающих продуктивность пчелиных семей и сильно увеличивающим трудоемкость их обслуживания являются болезни пчел. Анализ литературных источников показал, что применяемые в России методы лечения болезней пчел, включающие неограниченное применение антибиотиков, фунгицидов и акарицидов делают производимую продукцию токсичной, а процесс обработки опасным для пчеловода.

Наиболее перспективными являются электротехнологические способы лечения пчел, в частности электроозонирование. Технологическая схема обработки улья озоновоздушной смесью представлена на рисунке 3.1.

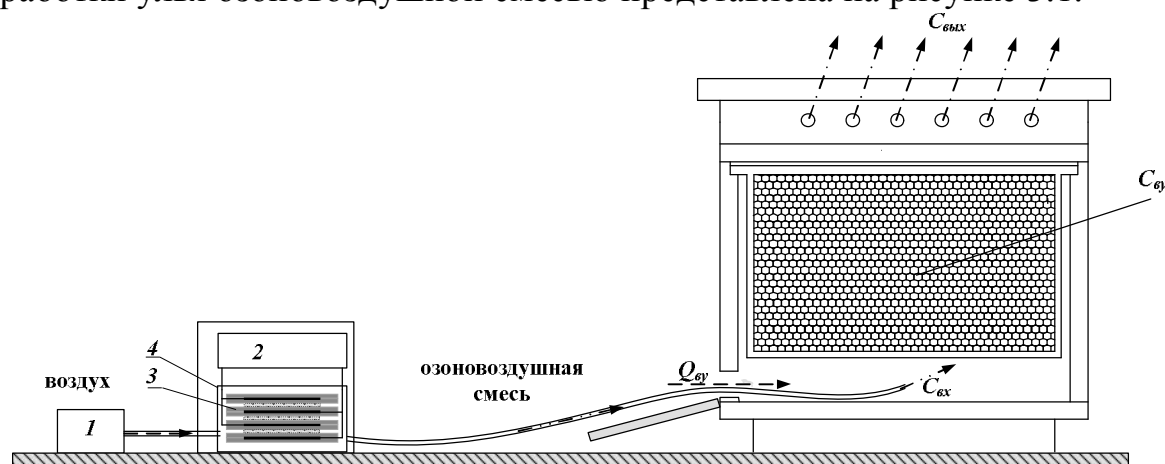


Рисунок 3.1 – Технологическая схема озонирования одного улья

Процесс обработки происходит следующим образом. Наружный воздух проходит через компрессор 1 и с определенным давлением подается его в озонатор 4, где находится разрядное устройство 3, подключенное к высоковольтному блоку питания. Из озонатора озоновоздушная смесь, под давлением, поступает в корпус улья через нижний леток. Основными параметрами обработки являются концентрация озона в воздухе внутри улья и время обработки. Производить обработку озоном в течение заданного времени достаточно просто и доступно. Большие сложности вызывает поддержание заданного значения концентрации озона в улье, т.к. на систему действует множе-

ство дестабилизирующих факторов: пчелы сами изменяют воздухообмен, колеблется температура наружного воздуха, количество пчел в улье также изменяется. Снижение концентрации от заданного значения может привести к недостаточному воздействию на болезнетворные организмы и как следствие - к развитию болезней пчел. Превышение концентрации от заданного значения может привести к губительному воздействию на пчел [62, 66-70, 82,83, 86-88, 90,91].

Биологические особенности пчелиных семей и технические особенности современных электроозонаторов существенно дестабилизируют параметры озонирования ульев, что не позволяет точно и качественно лечить конкретные болезни пчел. Решением проблемы является создание системы стабилизированного электроозонирования ульев [59, 72, 89, 92, 93]. Технологическая схема системы стабилизированного озонирования пчелиных семей показана на рисунке 3.2.

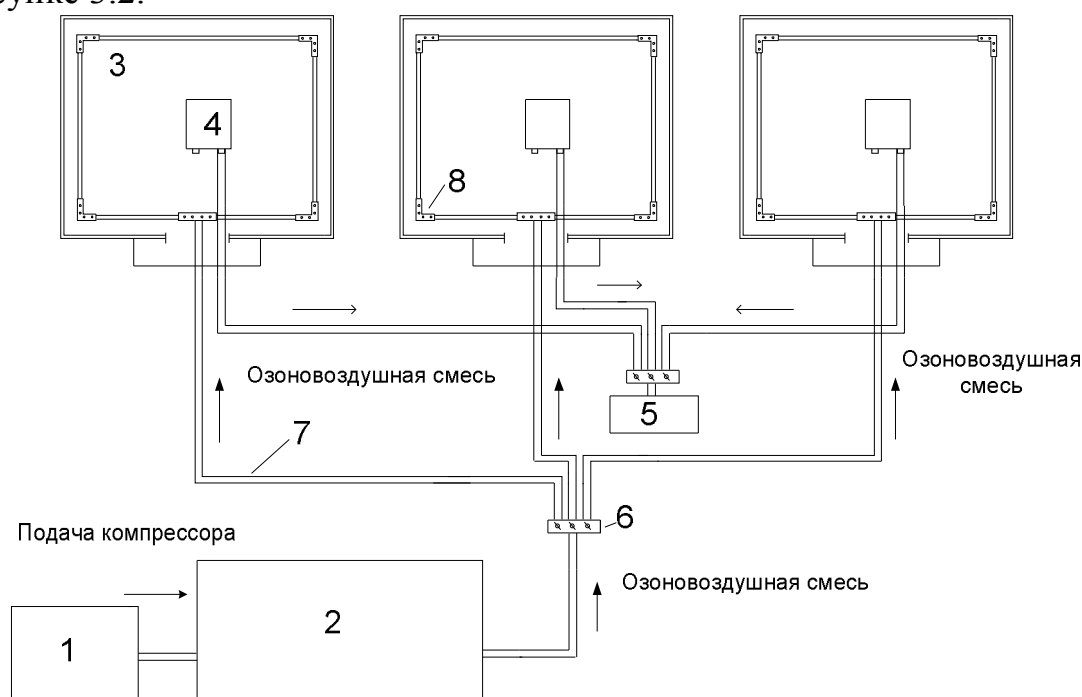
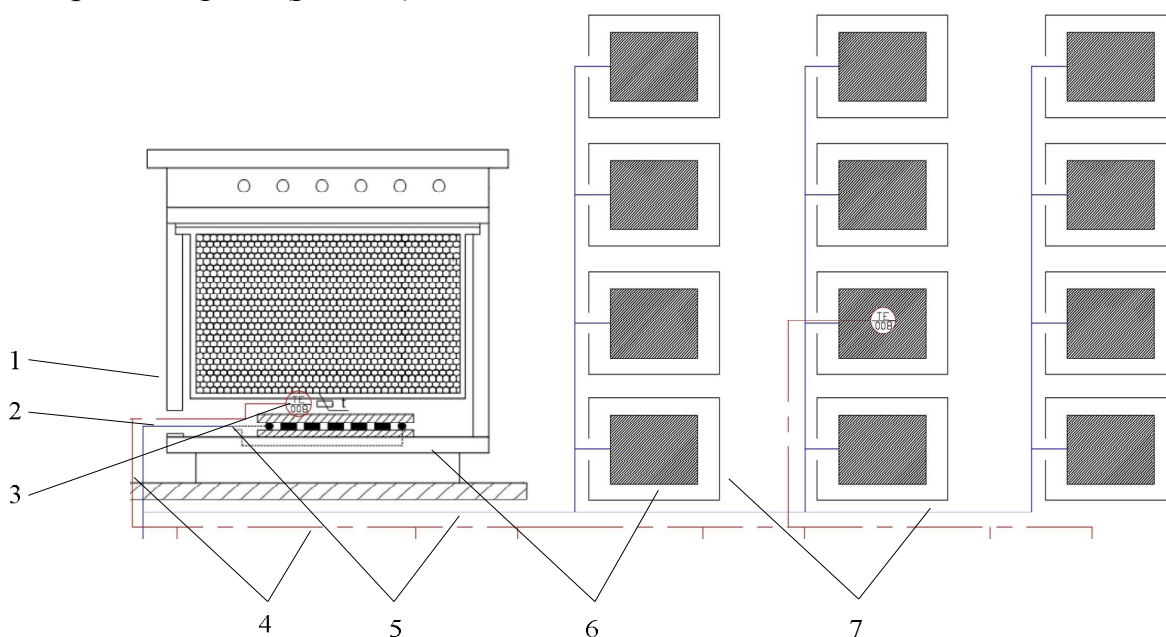


Рисунок 3.2 – Технологическая схема системы стабилизированного озонирования пчелиных семей для профилактики и лечения бактериозов и микозов пчёл

Для стабилизированного озонирования пчёл первоначально определяют количество обрабатываемых ульев. Например, электроозонатор 2 с компрессором 1 обрабатывает одновременно три улья 3. Определяют параметры обработки, время обработки и концентрацию озона в улье. В каждый улей помещается рамка из гибких трубопроводов 8, что исключает подачу озоновоздушной смеси в одну точку и гарантирует равномерное распределение по всему объему. Гибкий трубопровод 7 подводится к улью через нижний леток. Внутри улья стоит специальный вытяжной насос 4, который производит отбирание внутриульевого воздуха и далее транспортирует к измерителю концентрации озона 5. Забор внутриульевого воздуха производится в центре пространства между днищем и рамками. Распределение озоновоздушной

смеси между обрабатываемыми ульями осуществляется посредством пневмораспределительных кранов 6, изменение положения рукоятки которых приводит к перераспределению потока озонозооной смеси между ульями. Один электроозонатор с системой автоматического управления концентрацией в улье должен иметь возможность обработать до 100 пчелиных семей. Посредством разветвленной пневмосистемы, установленной на пасеке, нужно поочередно проводить обработку ульев с пчелами, при этом концентрация озона в улье должна быть практически постоянной.

Многочисленные исследования ученых и пчеловодов-практиков убедительно доказали положительное влияние электроподогрева на зимовку и на весеннее развитие пчелосемей [25, 27, 49, 142, 143, 160]. Однако, необходимо отметить, что электроподогрев должен совмещаться со снабжением водой в весенний период. Это связано с усиленной работой семьи по выращиванию расплода и наблюдается повышенный расход воды. Если в этот момент не обеспечить пчелосемью водой, то часть пчел вылетит за водой и может не вернуться из-за низкой температуры на улице. Большинство исследователей убедительно доказали необходимость установки обогревателей на дне улья. А.Ф. Рыбочкин и И.С. Захаров указывают на то, что мощность электронагревателей во время зимовки можно определить из расчета 0,8 Вт на каждые 10 тыс. особей семьи, а в весенний период 5 Вт на 10 тыс. пчел [142]. В последнее время, в качестве нагревателей, успешно применяются различные теплоэлектрические пленки, которые удобно уложить на дно улья. Благодаря бурному развитию автоматики и микроэлектроники на рынке имеется множество терморегуляторов, подходящих для пчеловодов. В связи с этим можно рекомендовать следующую технологическую схему размещения электроподогрева (рис.3.3).



1 - корпус улья; 2 – леток; 3-датчик температуры; 4- силовые кабели для подключения электронагревателей; 5- кабель связи для подключения датчика температуры; 6 - расположение электронагревателей в улье и в группе ульев; 7- расположение ульев

Рисунок 3.3 – Технологическая схема электроподогрева ульев

В соответствии с технологической схемой (рис.3.3) размещение электроподогревателя в улье производится на его дне в подрамочном пространстве (6), по центру напротив летка (2). Пониженное напряжение к нагревателю подается по проводам (4). Наиболее рационально сгруппировать ульи по 12 штук на один блок питания с системой автоматики. Датчик температуры устанавливается в один из ульев (3) и подключается через провода (5) к терморегулятору.

Если температура на поверхности датчика превышает заданное значение, происходит отключение электронагревателя. Система контроля температуры предполагает работу в автоматическом режиме по ПИД закону регулирования. При этом температура внутри улья будет колебаться на уровне заданного значения в допустимых пределах. При объеме пасеки в 96 ульев она разбивается на 8 групп, в зависимости от силы пчелиной семьи (рис.3.4).

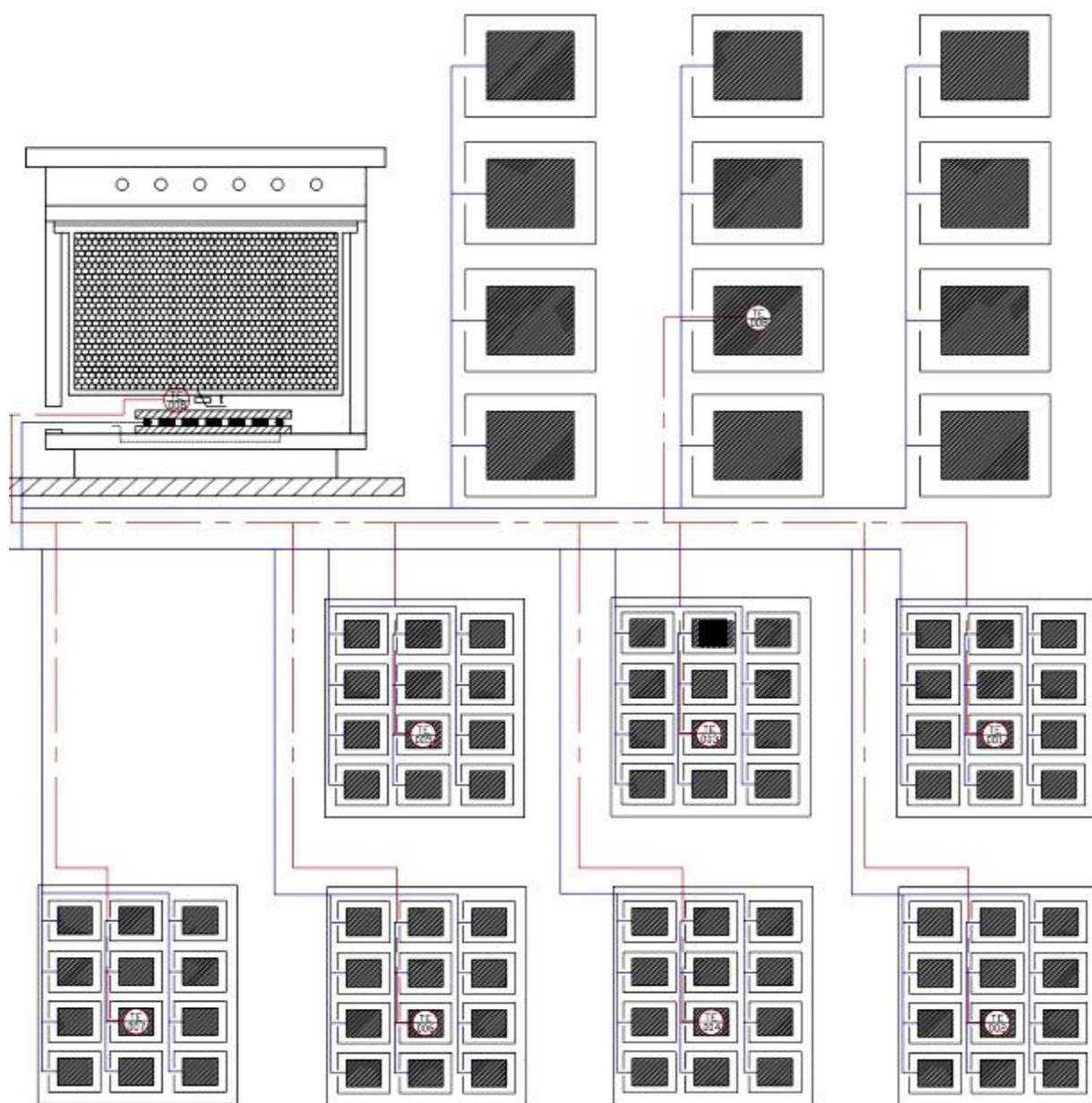


Рисунок 3.4 – Технологическая схема электроподогрева ульев на пасеке 96 семей

В каждую из групп входит 12 ульев, в которых установлены электронагреватели. Датчик температуры установлен только в одном из 12 ульев, так как предполагается что в каждой группе пчелиные семьи и тип ульев идентичны друг другу.

В последнее время борьба человека с миром микробов, показывает что «перевес» не на стороне человечества. Возрастает количество штаммов микроорганизмов, устойчивых к большинству химических соединений. Периодические замены одних антимикробных средств на новые в общем комплексе дезинфекционных мероприятий не дают значительного эффекта. Пути развития дезинфекционного дела, по существу лишь отражают предложения рынка химических препаратов. Для изменения сложившейся ситуации необходимо искать новые альтернативные пути борьбы с вредоносными микроорганизмами, основанные не на увеличении концентрации химических препаратов, а на блокировании определенных процессов жизнедеятельности микроорганизмов. Одним из таких путей является применение инновационных электротехнологий: электроактивации водных растворов, озонирования, обработки электромагнитными полями различных частот. В основе электротехнологий лежат химические процессы, схожие с теми, что выработались в процессе эволюции живых организмов.

Исследованиями [4, 5, 13, 50, 110, 111, 117] установлено, что химическая природа дезинфицирующего эффекта электроактивированных растворов схожа антимикробному действию среды живых организмов – фагоцитозу. Ведущая роль в бактерицидном действии нейтрофилов принадлежит хлорноватистой кислоте  $\text{HClO}$ , вырабатываемой фагоцитирующими клетками. Образование хлорноватистой кислоты в нейтрофилах происходит из перекиси водорода и хлорид-ионов. Метастабильная смесь соединений, образующаяся в процессе фагоцитоза, является весьма эффективным средством уничтожения микроорганизмов. Метастабильные частицы обладают универсальным спектром действия, и способны оказывать повреждающее действие на все важные систематические группы микроорганизмов (бактерии, микобактерии, вирусы, грибы, споры), не причиняя вреда клеткам тканей человека. Если сопоставить химические реакции процессов электрохимической активации растворов и фагоцитоза можно констатировать их практически абсолютное сходство. Смесь метастабильных действующих веществ анолита обеспечивает отсутствие адаптации микроорганизмов к микробоцидному действию, а малая суммарная концентрация соединений активного кислорода и хлора гарантирует безопасность для человека и окружающей среды. Химический потенциал молекул и ионов в анолите намного выше, чем в растворах гипохлоритов. Низкая минерализация анолита и его повышенная гидратационная способность, способствующая увеличению проницаемости клеточных стенок и мембран, создают условия для интенсивного осмотического и электроосмотического переноса оксидантов во внутриклеточную среду. Осмотический перенос оксидантов через оболочки и мембраны микробных клеток намного интенсивнее, чем через мембраны соматических клеток, ввиду существенного различия осмотического градиента этих типов клеток [50]. Сумма соеди-



нений активного кислорода и хлора в анолите (суммарное содержание оксидантов) находится в пределах от 100 до 500 мг/л, что в десятки раз меньше, чем в большинстве рабочих растворов современных дезинфицирующих препаратов. Анолит не вызывает коагуляцию белка, защищающего микроорганизмы и, благодаря разрыхленной структуре, легко проникает в микроканалы живой и неживой материи [50].

В настоящее время одним из серьезнейших препятствий на пути развития пчеловодства продолжает оставаться варроатоз – самая страшная болезнь пчел. Для профилактики и исследования варроатоза пчел разработана технология обработки пчелиных семей водным раствором озона. Акарицидная эффективность растворенного в анолите озона при лечении варроатоза пчел составляет 97,2%. Результаты исследований защищены 3 патентами на способы борьбы с варроатозом пчел [133, 135, 136].

Поставленная задача достигается тем, что в способе борьбы с варроатозом, включающем обработку пчелиных семей находящихся в ульях биологически активным веществом, в качестве которого используется растворенный в анолите, со значениями рН 6-2, озон с концентрацией 50-200 мг/л. Пчел обрабатывают опрыскиванием растворенным в анолите озоном. Обработка производится четырехкратно с интервалом 7 дней.

Пример практического осуществления способа. При лечении варроатоза опрыскиванием растворенным в воде озоном с концентрацией 50-200 мг/л. Раствор готовится путем барботирования анолита, полученного в диафрагменном электролизере, озоновоздушной смесью, полученной в электроозонаторе барьерного типа, с концентрацией 5 г/м<sup>3</sup> в течении 10 мин. На рамку размером 435×300 мм, плотно заполненную пчелами, расходовали 10 - 12 мл раствора. Экспериментальные данные показывают что 10 - 12 мл раствора достаточно для получения устойчивого эффекта. Увеличение расхода раствора свыше 12 мл не приводит к увеличению эффекта. Излишки раствора использовали для смачивания внутренней поверхности стенок улья, вставных досок, потолочины. Обработка производится четырехкратно с интервалом 7 дней.

После проведенной четырехкратной обработки опытные и контрольные семьи пчел осмотрели на наличие клинических признаков заболевания по параметру степени заклещеванности. Результаты контрольного осмотра опытных семей свидетельствовали о выздоровлении, что было также подтверждено лабораторными исследованиями. Состояние контрольных семей, не подвергавшихся лечебным обработкам, за время испытаний не улучшилось. При изучении воздействия раствора озона на возбудителя варроатоза установлено, что озон вызывает ожег слизистых оболочек присосок клещей, в результате чего они теряют способность удерживаться на пчелах, осыпаются на дно улья и погибают от голода.

Проведенный теоретический анализ позволил предложить общую схему применения электротехнологий в течение календарного года (рис.3.5).

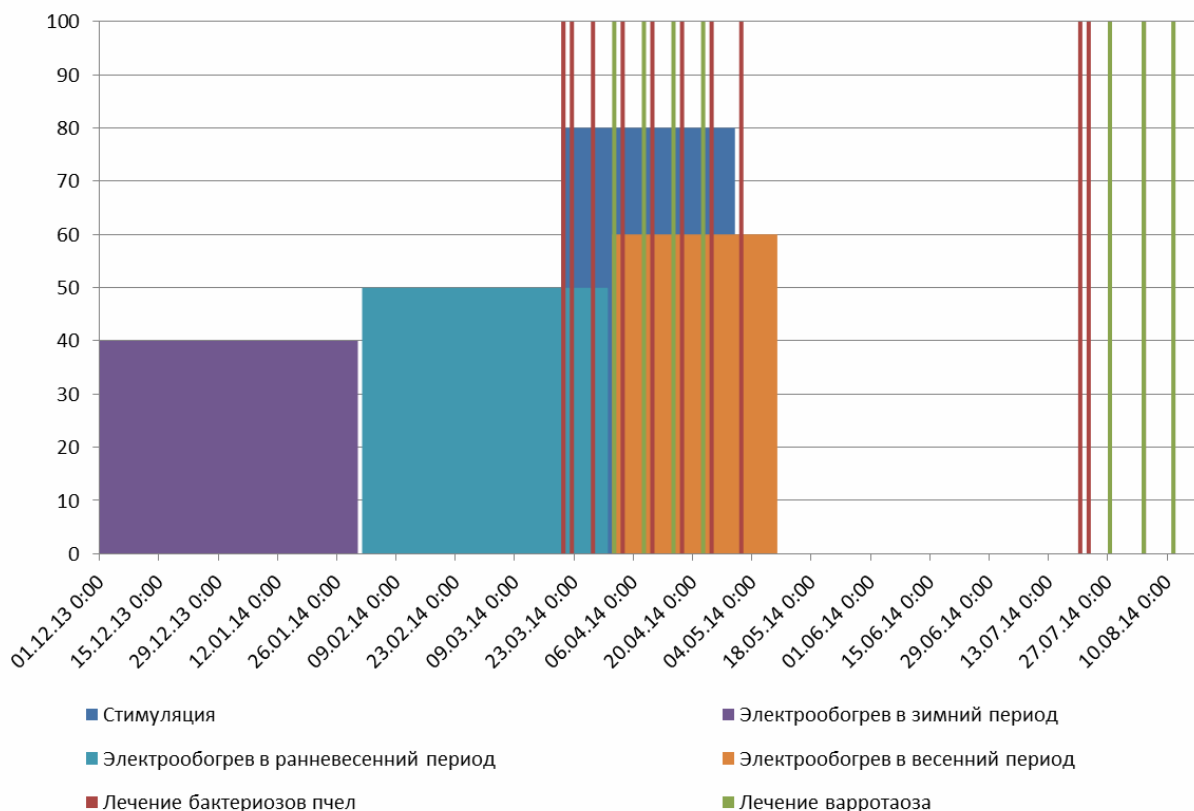


Рисунок 3.5. Технологическая схема использования электротехнологий в течении года в пчеловодстве

В соответствии с технологической схемой (рис.3.5) предлагаются следующие электротехнологические обработки пчелиных семей в конкретные периоды года.

1. Стабилизация параметров внутриульевого микроклимата с применением электрообогрева ульев. В зимний период электрообогрев осуществляется с 1 декабря до 1 февраля при температуре внутри ульев  $6\pm 1$  °С для экономии корма. В ранневесенний период электрообогрев применяется для экономии корма и создания благоприятных условий для выращивания расплода, смены перезимовавших особей и осуществляется с 1 февраля до 1 апреля при температуре внутри ульев  $15\pm 2$  °С (зависит от возможности доступа к воде). В весенний период электрообогрев применяется для стимуляции наращивания силы пчелиных семей к медосбору с белой акации и каштана, осуществляется с 1 апреля до 10 мая (или до установления ночных температур выше 20 °С) при температуре внутри ульев  $26\pm 1$  °С.
2. Озонирование ульев для наращивания силы пчелиных семей к медосбору с белой акации и каштана. Обработка производится 24 часа в сутки с концентрацией озона 2 мг/м<sup>3</sup>, подачей озоновоздушной смеси 0,05 м<sup>3</sup>/ч с 20 марта по 1 мая.
3. Озонирование пчелиных семей в ульях для профилактики и лечения аскосфероза, аспергиллеза, колибациеоза, септемии, гафниоза, вирусного паралича пчел. Обработка осуществляется 12 раз в год с концентрацией озона в улье 50 мг/м<sup>3</sup>, подачей озоновоздушной смеси 1

м<sup>3</sup>/ч, экспозицией 30 минут. Даты проведения обработок: 20.03; 22.03; 27.03; 3.04; 10.04; 17.04; 24.04; 1.05; 20.07; 22.07; 27.07; 4.08.

4. Для профилактики и лечения варроатоза пчел используется растворенный в анолите (рН от 6 до 2), озон с концентрацией озона в растворе от 50 мг/л до 200 мг/л, обрабатывают путем опрыскивания по 10-12 мл на рамку пчел, четырехкратно с интервалом до 7 дней. Даты проведения обработок: 1.04; 8.04; 15.04; 22.04. 27.07; 4.08; 11.08; 6)18.08.

### **3.2 Синтез функциональных схем блоков автоматической системы стабилизации электротехнологических параметров с использованием теории автоматического регулирования**

Технические особенности традиционных электроозонаторов барьерного типа с воздушным охлаждением, доступных для применения в пчеловодстве, дестабилизируют параметры обработки в результате изменения электротехнических, технологических и энергетических характеристик электроозонатора при нагреве разрядного устройства [61-65, 72, 89, 92-97]. Таким образом, существующие неспециализированные электроозонаторы, применяемые для обработки пчел, не способны обеспечить требуемое качество электроозонирования ульев. Николаенко С.А совместно с автором [89, 92, 93] была произведена разработка системы озонирования для лечения болезней пчел со стабилизацией концентрации озона в ульях. Необходимо провести дальнейшее совершенствование разработанной системы в части повышения точности поддержания концентрации озона в улье и ввести коррекцию на температуру озоновоздушной смеси на входе в улей. Также нужно дополнить систему блоками, регулирующими индивидуальную подачу озоновоздушной смеси в зависимости от количества пчел в отдельном улье, так как общее количество обрабатываемых ульев может находиться в интервале от 10 до 100 штук.

Первоначально рассмотрим озонируемый улей, как объект управления. При озонировании улья, как для лечения болезней пчел, так и для стимуляции развития, основной управляемой величиной является концентрация озона в улье. Управляющим воздействием является производительность разрядного устройства озонатора. Температура наружного воздуха является основным возмущающим воздействием. Разрядное устройство совместно с компрессором является регулирующим органом РО (рис.3.6), формирующим входное воздействие на объект управления ОУ. Программный регулятор ПР является органом, который формирует сигнал управления на РО. При работе озонатора происходит нагрев диэлектрических барьеров и нагрев проходящего воздуха. Контроль температуры выходящего из озонатора воздуха осуществляется при помощи датчика температуры и в последующем обрабатывается специальным блоком ИО1, а корректирующий сигнал подается на программный регулятор ПР. При изменении температуры наружного воздуха, а также изменении температуры и концентрации озоновоздушной смеси, из-

меняется концентрация озона внутри улья, что связано это с внутриульевым воздухообменом. Следовательно, система автоматического управления должна регулировать концентрацию озона в улье с изменением температуры окружающего воздуха и изменением внутриульевого воздухообмена. Процесс контроля температуры окружающего воздуха осуществляется также датчиком температуры, на функциональной схеме он представлен как измерительный орган ИО2. Задающим входным воздействием всей системы автоматического управления является концентрация озона, что производится задающим органом ЗО.

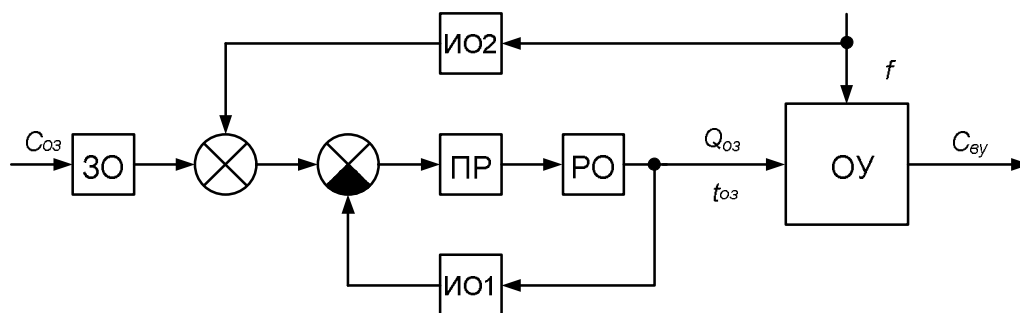


Рисунок 3.6 – Функциональная схема системы автоматического управления концентрацией озона в улье

Обобщенная модель электроозонатора, он же является и регулирующим органом РО, представлена на рисунке 3.7.

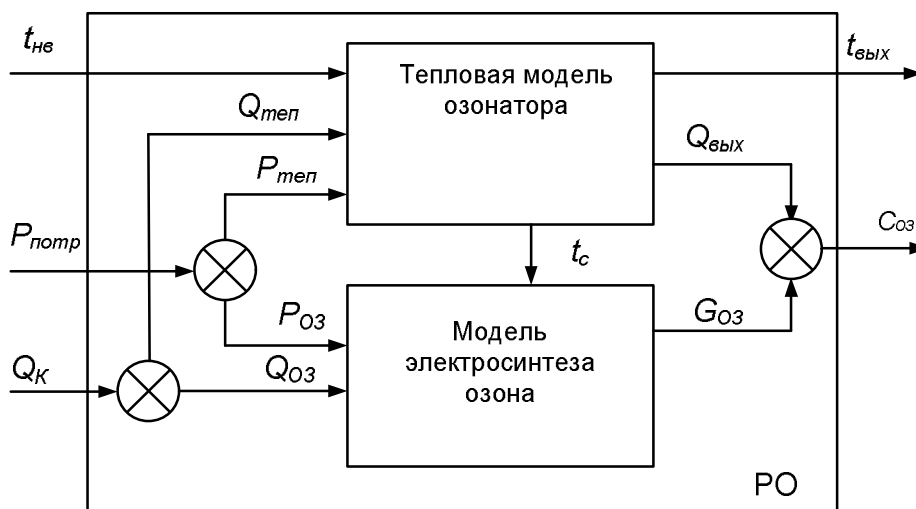


Рисунок 3.7 - Функциональная схема регулирующего органа - электроозонатора

Входными параметрами РО являются: температура наружного воздуха  $t_{нв}$ ; потребляемая электрическая мощность  $P_{компр}$ ; подача воздуха компрессором  $Q_{к}$ . Потребляемая мощность внутри РО разделяется на мощность, которая идет на нагревание составляющих элементов озонатора и поступающего воздуха  $P_{теп}$ , а вторая часть идет на образование (электросинтез) озона  $P_{оз}$ . Подача компрессора также разделяется на две составляющих: подача через диэлектрические барьеры озонатора  $Q_{мен}$ ; расход воздуха на преобра-

зование его в озон  $Q_{O_3}$ . Выходными параметрами являются температура озоновоздушной смеси  $t_{вых}$  и концентрация озона  $C_{O_3}$  в озоновоздушной смеси, получающаяся в результате соединения выходного воздуха  $Q_{вых}$  и массовой производительностью по озону  $G_{O_3}$ .

Объектом управления в САУ концентрацией озона в улье является совокупность озонируемых ульев. Для проведения качественной обработки ульев озоном САУ должна обеспечивать стабилизацию концентрации озона  $C_{O_3}$  в ульях в течение всего времени воздействия. Наиболее существенными дестабилизирующими факторами являются: температура озоновоздушной смеси из озонатора  $t_{вых}$ , влияющая на дополнительный воздухообмен создаваемый пчелами в ульях; температура наружного воздуха  $t_{нв}$ , влияющая на естественный внутриульевого воздухообмен; количество  $N_{ульев}$  обрабатываемых ульев и их сила  $m_{пч}$  (масса пчел или количество занятых пчелами рамок). Управляющим воздействием является производительность разрядного устройства электроозонатора по концентрации озона. Таким образом, обрабатываемые озоном улья как объект управления можно представить в виде функциональной схемы, изображенной на рисунке 3.8.

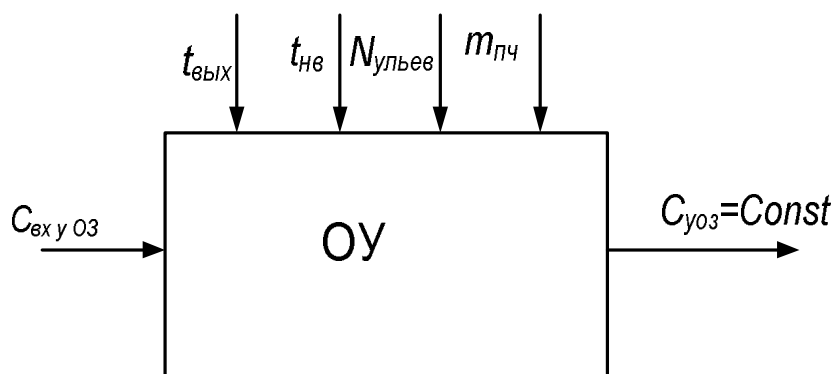


Рисунок 3.8 – Функциональная схема объекта управления

Основная задача системы регулирования поддерживать постоянную концентрацию озона в улье.

$$C_{уO_3} = \frac{G_{O_3}}{Q_k + Q_y(x_1; x_2; \dots; x_n)} = Const \quad (3.1)$$

где  $G_{O_3}$  - массовая подача озона, г/ч;  $Q_k$  - подача озоновоздушной смеси от компрессора;  $Q_y(x_1; x_2; \dots; x_n)$  - воздухообмен улья.

Воздухообмен улья зависит от нескольких параметров  $x_1..x_n$  - масса пчел в улье, температура наружного воздуха, тип улья и его положение на пасеке (в тени, на солнце), период года, наличие медосбора. Кроме того, как показано во 2-й главе воздухообмен улья зависит от применения электротехнологий – подогрев, озонирование. Подача озоновоздушной смеси обычно

величина постоянная и зависит от вида озонирования – стимуляция или лечение. Таким образом поддерживать концентрация озона в улье постоянной лучше всего изменяя массовую подачу озона  $G_{O_3}$ , что осуществляется изменением подводимой мощности к разрядным промежуткам в озонаторе.

Формула для расчета необходимой концентрации озона на входе в улей, будет иметь вид:

$$C_{\text{вх уОЗ}} = \frac{G_{O_3}}{Q_k}. \quad (3.2)$$

Выразим в формуле (3.1) массовую подачу озона через остальные параметры и подставим в уравнение (3.2):

$$C_{\text{вх уОЗ}} = \frac{G_{O_3}}{Q_k} = \frac{C_{\text{уОЗ}} \cdot [Q_k + Q_y(x_1; x_2; \dots x_n)]}{Q_k} = C_{\text{уОЗ}} + \frac{Q_y(x_1; x_2; \dots x_n)}{Q_k} \cdot C_{\text{уОЗ}}. \quad (3.3)$$

Из полученной формулы (3.3) видно, что концентрация на входе в улей зависит от отношения воздухообмена улья к подаче смеси от компрессора. Например, возьмем случай стимуляции пчелиных семей в апреле месяце. Ранее установлено (2 глава), что при подогреве и подаче озоновоздушной смеси воздухообмен улья становится постоянным и равным  $0,33 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Из предыдущего параграфа известно, что при стимуляции необходимо поддерживать концентрацию озона в улье  $2 \text{ мг}/\text{м}^3$  и подаче озонированного воздуха  $0,05 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Тогда, необходимая концентрация озоновоздушной смеси на входе в улей составит:

$$C_{\text{вх уОЗ}} = 2 + \frac{0,33}{0,05} \cdot 2 = 16 \text{ мг} / \text{м}^3. \quad (3.4)$$

Аналогично рассчитаем необходимую концентрацию озона на входе в улей для летнего периода. Принимаем, что в один из летних месяцев расход меда будет в два раза больше чем в весенний период со стимуляцией, что приведет к увеличению воздухообмена также в два раза (без учета расхода меда на внутренние нужды и переработку меда). Из предыдущего параграфа имеем данные по подаче озоновоздушной смеси для лечения –  $1 \text{ м}^3/\text{ч}$  и концентрации озона -  $50 \text{ мг}/\text{м}^3$ . При такой подаче озонированного воздуха пчелы резко уменьшат воздухообмен, так как он практически равен их собственному, до минимального уровня (ранее установлено  $0,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ ). Тогда необходимая концентрация озона на входе будет равна:

$$C_{\text{вх уОЗ}} = 50 + \frac{0,1}{1} \cdot 2 = 50,2 \text{ мг} / \text{м}^3. \quad (3.5)$$

Также нужно отметить, что следует из формулы (3.5), при необходимости, например, если известна сила подключаемых пчелиных семей, можно

регулировать концентрацию подачей озонородушной смеси от компрессора путем установки регулирующих клапанов на воздуховодах.

В связи с тем, что к одной озонирующей установки будет подключено несколько ульев  $m$ , то для расчета концентрации озона на выходе из озонатора можно использовать следующую формулу:

$$C_{O_3\Sigma} = C_{ax,yO_3} \cdot \sum_{i=1}^m \left( 1 + \frac{Q_{iy}(x_1; x_2; \dots; x_n)}{Q_{ik}} \right) \quad (3.6)$$

В случае компоновки ульев по группам с одинаковой силой семей формула принимает вид:

$$C_{O_3\Sigma} = C_{ax,yO_3} \cdot N_y \cdot \left( 1 + \frac{Q_{iy}(x_1; x_2; \dots; x_n)}{Q_{ik}} \right). \quad (3.7)$$

Соответственно суммарный массовый выход озона из озонатора при общей производительности по озонородушной смеси, должен составлять:

$$G_{O_3} = C_{O_3\Sigma} \cdot \sum_{i=1}^m Q_{ik} = C_{O_3\Sigma} \cdot N_y \cdot Q_{ik}. \quad (3.8)$$

Также можно записать эту формулу и в виде:

$$G_{O_3} = C_{ax,yO_3} \cdot \sum_{i=1}^m \left( 1 + \frac{Q_{iy}(x_1; x_2; \dots; x_n)}{Q_{ik}} \right) \cdot \sum_{i=1}^m Q_{ik}. \quad (3.9)$$

При формировании отдельных групп формула будет иметь вид:

$$G_{O_3} = C_{ax,yO_3} \cdot N_y^2 \cdot [Q_{ik} + Q_{iy}(x_1; x_2; \dots; x_n)]. \quad (3.10)$$

Как уже отмечалось регулировку массовой производительности лучше всего осуществлять электрическими способами – изменением подводимой мощности.

Из второй главы сделан вывод о зависимости воздухообмена от типа стимулирующей электротехнологии. В случае использования электроподогрева и озонирования основная зависимость воздухообмена связана с расходом корма (в виде уравнения аппроксимации). Тогда уравнение (3.6), при использовании комплексной электротехнологии в апреле месяце, можно представить в виде:

$$C_{O_3} = C_{ax,yO_3} \cdot \sum_{i=1}^m \left( 1 + \frac{0,052 \cdot G_{Ki} + 0,029}{Q_{ik}} \right), \quad (3.11)$$

где  $G_{Ki}$  - часовой расход корма  $i$ -м ульем, г/ч.

Аналогично уравнение (3.10) представится в виде:

$$G_{O3} = C_{ex,yO3} \cdot N_y^2 \cdot (Q_{ik} + 0,052 \cdot G_{Ki} + 0,029). \quad (3.12)$$

Таким образом, в системе регулирования необходимо установить обратную связь по весу улья (контроль суточного расхода корма) и по расходу озоновоздушной смеси (контроль количества подключаемых ульев).

Если в весенний период будет применяться только озонирование, то воздухообмен будет зависеть не только от расхода корма, но от температуры наружного воздуха (соответствующие уравнения аппроксимации). Так для апреля месяца уравнение (3.6), при использовании только озонирования, можно представить в виде:

$$C_{O3} = C_{ex,yO3} \cdot \sum_{i=1}^m \left( 1 + \frac{-0,0036 \cdot t_n + 0,2477}{Q_{ik}} \right) \text{ при } G_k = 2,15 \text{ г/ч} \quad (3.13)$$

$$C_{O3} = C_{ex,yO3} \cdot \sum_{i=1}^m \left( 1 + \frac{-0,0028 \cdot t_n + 0,3253}{Q_{ik}} \right) \text{ при } G_k = 4,3 \text{ г/ч} \quad (3.14)$$

Тогда, в системе регулирования необходимо установить обратную связь по весу улья (контроль суточного расхода корма), по расходу озоновоздушной смеси (контроль количества подключаемых ульев) и температуре наружного воздуха.

Перемещение озонированного воздуха к ульям осуществляется по гибким воздуховодам, в результате чего существует транспортное запаздывание подачи озона. Экспериментально установлено, что величина данного запаздывания составляет 6...30 с. Воздуховод, как элемент системы автоматического управления концентрацией озона в улье, далее в САУ не приводятся. Тогда функциональная схема обобщенной системы автоматического управления стабилизацией концентрации озона может быть представлена в виде, изображенном на рисунке 3.9.

Принимаем следующие допущения и ограничения. Одинаковой температурой обладают поверхности стекла, соприкасающиеся с электродами. Теплопередачей через боковые поверхности канала пренебрегаем из-за их малой толщины. Не учитываем также теплоемкость электродов по причине их малой массы. Весь поток теплоты от диэлектрических барьеров направлен в сторону воздушного канала [60-61, 63, 64, 95-97]. Теплоотдачей свободной конвекцией в горизонтальном канале пренебрегаем и условия охлаждения верхнего и нижнего диэлектрического барьера будем считать одинаковыми. Поглощение воздухом лучистой энергии не учитываем. При равных параметрах диэлектрических барьеров их внутренние поверхности, соприкасающиеся



ся с воздухом, будут изотермичными. В связи с этим тепловой поток лучистого теплообмена между внутренними поверхностями канала разрядного устройства будет равен нулю [60-61, 63, 64, 95-97]. Нагрев происходит за счет выделения тепла от стримеров и от переходного сопротивления между воздухом и стеклом. При этом нагреваются как воздух, так и диэлектрический материал – стекло. С достаточной точностью для практических расчетов можно считать, что охлаждение диэлектрических барьеров происходит преимущественно за счет конвективного теплообмена с воздухом, продуваемым через канал разрядного устройства.

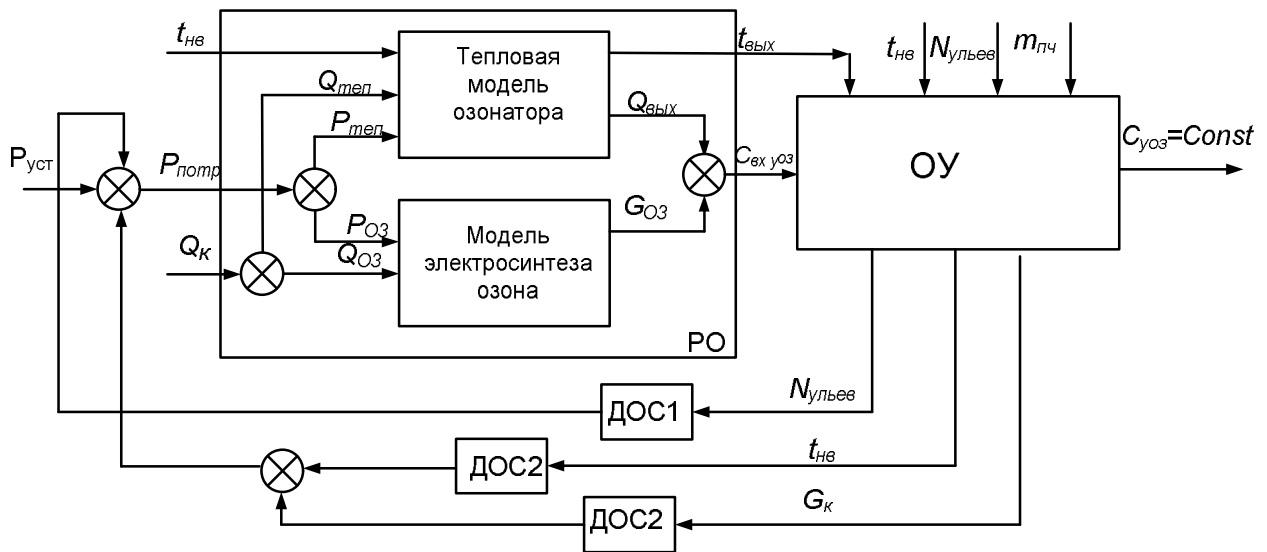


Рисунок 3.9 – Функциональная схема обобщенной системы автоматического управления стабилизацией концентрации озона

Для математического описания тепловых процессов в стекле диэлектрических барьеров, с учетом приведенных допущений, можно записать следующее дифференциальное уравнение теплового баланса:

$$m_C c_{pC} \frac{dt_C}{d\tau} + m_B c_{pB} \frac{dt_B}{d\tau} = P_{СП} - P_{СО} - P_{ВО}, \quad (3.15)$$

где  $m_C$  – масса стекла диэлектрических барьеров, кг;  $c_{pC}$  – удельная теплоемкость стекла, Дж/(кг $^{\circ}$ С);  $t_C$  – температура стекла,  $^{\circ}$ С;  $m_B$  – масса воздуха в канале, кг;  $c_{pB}$  – удельная теплоемкость воздуха при определенной температуре, Дж/(кг $^{\circ}$ С);  $t_B$  – температура воздуха,  $^{\circ}$ С;  $P_{СП}$  – тепловая мощность, выделяющаяся в разрядном промежутке, Вт;  $P_{СО}$  – мощность, отводимая от стекла диэлектрических барьеров, Вт;  $P_{ВО}$  – мощность, отводимая нагретым воздухом, Вт.

Разделим процесс нагрева и охлаждения на две составляющих: по диэлектрическим барьерам и по воздуху. Тепловой процесс по диэлектриче-

ским барьерам можно представить следующим образом:

$$m_c c_{pc} \frac{dt_c}{d\tau} = P_{СП1} - P_{CO}, \quad (3.16)$$

где  $P_{СП1}$  - тепловая мощность, выделяемая на переходном сопротивлении между воздухом и стеклом, Вт.

Отводимый поток теплоты от стекла ДБ определяется выражением:

$$P_{CO} = \alpha S_C (t_C - t_B), \quad (3.17)$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м<sup>2</sup>°С);  $S_C$  – площадь поверхности стекла диэлектрических барьеров, участвующая в конвективном теплообмене, м<sup>2</sup>;  $t_B$  – температура воздуха, °С.

Используя выражение (3.17), уравнение (3.16) можно записать в виде

$$m_c c_{pc} \frac{dt_c}{d\tau} = P_{СП1} - \alpha S_C (t_C - t_B). \quad (3.18)$$

Разделив переменные, получим

$$\frac{m_c c_{pc} dt_c}{\alpha S_C} + t_C = \frac{1}{\alpha S_C} P_{СП1} + t_B. \quad (3.19)$$

Введем следующие обозначения:

$$T_C = \frac{m_c c_{pc}}{\alpha S_C}; \quad k_{C1} = \frac{1}{\alpha S_C}. \quad (3.20)$$

Тогда уравнение (3.19) можно записать следующим образом

$$T_C \frac{dt_c}{d\tau} + t_C - t_B = k_{C1} P_{СП1}. \quad (3.21)$$

Применив преобразование Лапласа для уравнения (3.21), учитывая начальные условия  $t_C - t_B = 0$  получим следующее уравнение:

$$T_C \cdot s \cdot t_C(s) = k_{C1} \cdot P_{СП1}(s) \Rightarrow \frac{k_{C1}}{T_C \cdot s} = \frac{t_C(s)}{P_{СП1}(s)}. \quad (3.22)$$

Последняя дробь также представляет собой передаточную функцию  $W_{C1}(s)$  по каналу мощность – температура и при процессе нагрева.

Второй случай начальных условий - при  $P_{СП1} = 0$ , то есть отключается подача электроэнергии на разрядный промежуток и идет процесс охлаждения. Тогда уравнение (3.22) в изображениях по Лапласу принимает вид:

$$T_C \cdot s \cdot t_C(s) + t_C(s) - t_B(s) = 0 \Rightarrow \frac{t_C(s)}{t_B(s)} = \frac{1}{T_C \cdot s + 1}. \quad (3.23)$$

Последнее выражение представляет собой передаточную функцию

$W_{C0}(s)$  по каналу температура – температура при охлаждении.

В соответствии с передаточными функциями структурная схема тепловой модели диэлектрических барьеров в канале разрядного устройства, будет иметь вид, изображенный на рисунке 3.10.

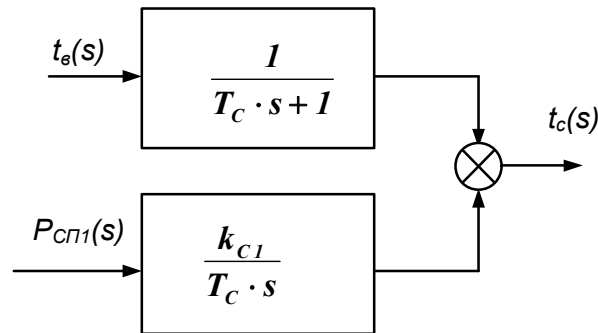


Рисунок 3.10 – Структурная схема тепловой модели диэлектрических барьеров канала разрядного устройства электроозонатора

Разработку математической модели тепловых процессов в воздухе проведем на основании следующего уравнения теплового баланса:

$$m_B c_{pB} \frac{dt_B}{d\tau} = P_{СП2} - P_{ВО}, \quad (3.24)$$

где  $P_{СП2}$  - тепловая мощность, выделяемая в стримерах, идущая на нагрев воздуха, Вт.

Тепловая мощность, отводимая потоком воздуха в канале, равна:

$$P_{ВО} = Q_B \rho_B c_{pB} (t_B - t_{BH}), \quad (3.25)$$

где  $Q_B$  – расчетный расход воздуха в канале разрядного устройства, м<sup>3</sup>/с;  $\rho_B$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $t_{BH}$  – температура наружного воздуха на входе в разрядное устройство, °С.

Расход воздуха  $Q_B$  можно определить через расчетную скорость движения воздуха в канале:

$$Q_B = v_B S_B, \quad (3.26)$$

где  $v_B$  – расчетная скорость движения воздуха в канале, м/с;  $S_B$  – площадь сечения воздушного канала, м<sup>2</sup>.

Масса находящегося в канале воздуха составит:

$$m_B = V_B \rho_B = S_B l \rho_B, \quad (3.27)$$

где  $V_B$  – объем воздушного канала, м<sup>3</sup>;  $l$  – длина канала разрядного устройства, м.

С учетом полученных выражений уравнение (3.18) примет вид

$$S_B l \rho_B c_{pB} \frac{dt_B}{d\tau} = P_{СП2} - v_B S_B \rho_B c_{pB} (t_B - t_{HB}). \quad (3.28)$$

После разделения переменных получим

$$\frac{S_B l \rho_B c_{pB}}{v_B S_B \rho_B c_{pB}} \frac{dt_B}{d\tau} + t_B = \frac{l}{v_B S_B \rho_B c_{pB}} P_{СП2} + t_{HB}; \quad (3.29)$$

или

$$\frac{l}{v_B} \frac{dt_B}{d\tau} + t_B = \frac{l}{v_B S_B \rho_B c_{pB}} P_{СП2} + t_{HB}. \quad (3.30)$$

Введем следующие обозначения:

$$T_B = \frac{l}{v_B}; \quad k_{B1} = \frac{l}{v_B S_B \rho_B c_{pB}}. \quad (3.31)$$

С учетом принятых обозначений получим уравнение (3.30) в виде

$$T_B \frac{dt_B}{d\tau} + t_B = k_{B1} P_{СП2} + t_{HB}. \quad (3.32)$$

Аналогично выводу выражений передаточных функций по диэлектрическим барьерам функции для воздуха в канале разрядного устройства по каналам мощность - температура  $W_{B1}(s)$  и температура - температура  $W_{B0}(s)$ :

$$W_{B1}(s) = \frac{t_B(s)}{P_{СП2}(s)} = \frac{k_{B1}}{T_B s}; \quad (3.33)$$

$$W_{B0}(s) = \frac{t_B(s)}{t_{HB}(s)} = \frac{1}{T_B s + 1}, \quad (3.34)$$

где  $T_B$  и  $k_{B1}$  – соответственно постоянная времени и передаточный коэффициент по воздуху.

В соответствии с передаточными функциями получена структурная схема тепловой модели воздуха в канале разрядного устройства (рис.3.11).

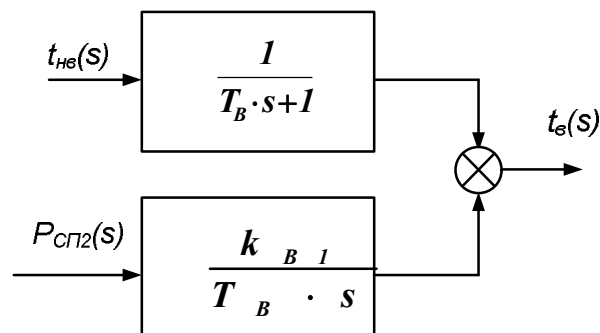


Рисунок 3.11 – Структурная схема тепловой модели воздуха в канале разрядного устройства электроозонатора

В результате проведенных выше исследований термодинамических процессов в канале разрядного устройства структурная схема его тепловой модели с переменными параметрами может быть представлена в виде, изображенном на рисунке 3.12.

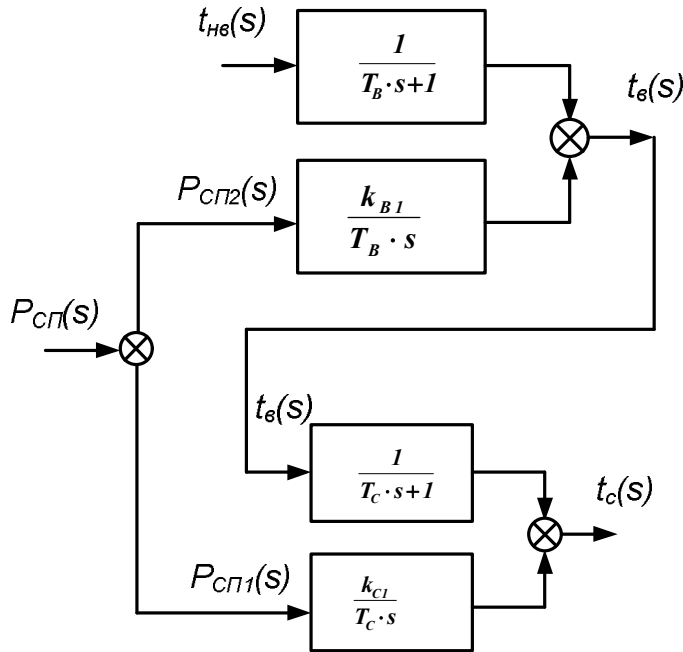


Рисунок 3.12 – Структурная схема тепловой модели канала разрядного устройства электроозонатора с переменными параметрами

Математическая модель, описывающая электросинтез озона, получена на основе экспериментальных зависимостей, которые были аппроксимированы соответствующими уравнениями и представлена в виде следующей системы уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{PYГ} = a_{ПГ1} + a_{ПГ2} U_{PY} + a_{ПГ3} t_C; \\ U_{PYЗ} = \frac{a_{ПГ1} + a_{ПГ3} t_C}{a_{ПЗ1} + a_{ПЗ2} t_C - a_{ПГ2}}; \\ I_{PYЗ} = a_{ПЗ1} U_{PYЗ} + a_{ПЗ2} U_{PYЗ} t_C; \\ I_{PYА} = I_{PYГ} - I_{PYЗ}; \\ P_{PY} = U_{PYГ} I_{PYА}; \\ G_{O_3} = a_{G1} + a_{G2} P_{PY} + a_{G3} t_C + a_{G4} P_{PY} t_C + a_{G5} t_C^2 + a_{G6} (P_{PY} t_C)^2; \\ A_{уд} = \frac{P_{PY}}{G_{O_3}}; \eta_{PY} = \frac{A_{удТ}}{A_{уд}}; P_{СП} = P_{PY} (1 - \eta_{PY}) \end{array} \right. \quad (3.35)$$

где  $I_{PYГ}$ ,  $U_{PYГ}$  - соответственно ток и напряжение разрядного устройства при горении дуги (устойчивый разряд);  $I_{PYЗ}$ ,  $U_{PYЗ}$  - соответственно ток и напряжение зажигания (возникновение стримеров);  $I_{PYА}$  – активная составляющая тока разрядного устройства;  $P_{PY}$  - активная мощность, выделяю-

щаяся в разрядном устройстве;  $A_{уд}$  – удельная энергия образования озона в разрядном устройстве;  $\eta_{ру}$  – КПД разрядного устройства;  $A_{удт}$  – теоретическое значение удельной энергии образования озона,  $A_{удт}=2,9926$  Дж/мг.

Все математические расчеты, связанные с определением параметров в процессе электросинтеза озона будет проводить специальный блок ЭСО на основе системы уравнений (3.32). Тогда обобщенную модель электроозонатора можно представить в виде, изображенном на рисунке 3.13. Входными сигналами для обобщенной модели канала разрядного устройства, да и всего электроозонатора являются:  $Q_B$  – расход воздуха в канале разрядного устройства (определяемый через подачу компрессора);  $t_{BH}$  – температура наружного воздуха;  $P_{номр}$  – потребляемая мощность. В качестве выходных сигналов озонатора следует перечислить следующие:  $C_{вых}$  – концентрация озона на выходе;  $t_c$  – температура стекла;  $t_B$  – температура воздуха; подача воздушно-озоновой смеси.

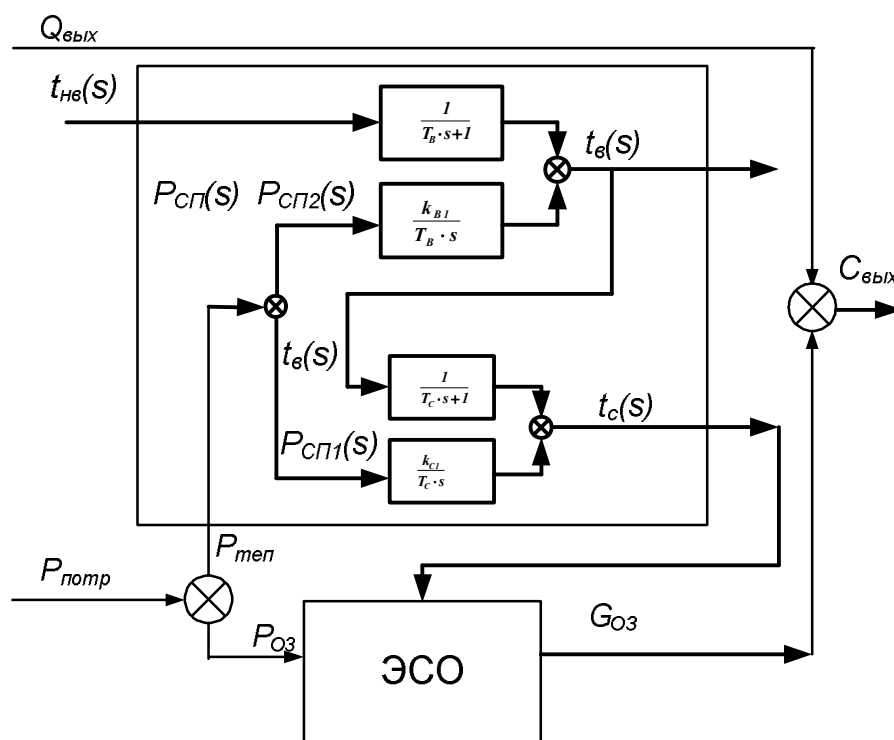


Рисунок 3.13 – Структурная схема обобщенной модели канала разрядного устройства электроозонатора с переменными параметрами

Математического описания воздухообменных процессов в улье проводим с учетом следующих допущений: распад озона происходит за гораздо большее время, чем устанавливается концентрация озона в улье, внутренние конструкции улья не оказывают влияние на скорость распространения озона, скорость распространения озона по всему пространству улья одинаковая. Тогда учитывая допущения можно записать следующее дифференциальное уравнение распространения озона в улье:

$$\frac{dC_{O3_{вых}} \cdot V_y}{d\tau} = C_{O3_{вых}} \cdot Q_{O3_{вых}} - C_{O3_{вых}} \cdot Q_{O3_{вых}}, \quad (3.36)$$

где  $C_{O_3 \text{ вх } y}$ ,  $C_{O_3 \text{ вых } y}$  – концентрации озона соответственно на входе и выходе из улья, мг/м<sup>3</sup>;  $Q_{O_3 \text{ вх } y}$ ,  $Q_{O_3 \text{ вых } y}$  – расход озоновоздушной смеси соответственно на входе и выходе из улья;  $V_y$  – внутренний объем воздуха в улье, для весеннего периода 0,05 м<sup>3</sup>, для летнего 0,1 м<sup>3</sup>.

Разделим обе части уравнения на  $Q_{O_3 \text{ вых } y}$  и введем следующие обозначения:

$$T_{BY} = \frac{V_y}{Q_{O_3 \text{ вых } y}} - \text{постоянная времени улья по воздухообмену};$$

$$k_{BO} = \frac{Q_{O_3 \text{ вх } y}}{Q_{O_3 \text{ вых } y}} - \text{коэффициент по воздухообмену улья}$$

С учетом принятых обозначений получим уравнение (3.33) в виде

$$T_{BY} \frac{dC_{O_3 \text{ вх } y}}{d\tau} = k_{BO} \cdot C_{O_3 \text{ вх } y} - C_{O_3 \text{ вых } y}. \quad (3.37)$$

Применив преобразование Лапласа получим выражение для передаточной функции улья:

$$W_y(s) = \frac{C_{O_3 \text{ вых } y}(s)}{C_{O_3 \text{ вх } y}(s)} = \frac{k_{BO}}{T_{BY} \cdot s + 1}. \quad (3.38)$$

Математическая модель, описывающая регулятор, представляет собой систему уравнений для расчета необходимого уровня напряжения, подводимого к разрядному блоку, и определения значения концентрации озона на выходе из озонатора в зависимости от технологии и условий обработки ульев:

$$\begin{cases} C_{O_3 \Sigma} = C_{\text{вх } y O_3} \cdot \sum_{i=1}^m \left( 1 + \frac{Q_{iy}(x_1; x_2; \dots; x_n)}{Q_{ik}} \right) \\ U_{PY} = f(C_{O_3 \Sigma}; t_c; \eta_{PY}; I_{PYГ}) \end{cases}. \quad (3.39)$$

Задача регулятора рассчитать необходимый уровень напряжения для разрядного блока с учетом вольтамперной характеристики озонатора, его кпд, температуры стекла, расхода воздуха и его температуры. Весь расчет произвести в зависимости от потребной концентрации озона на выходе озонатора. Такой уровень концентрации озона зависит от количества ульев, расхода корма, времени года, количества пчел в улье, технологии обработки (лечение или стимуляция), температуры наружного воздуха.

С учетом проведенных аналитических исследований общую структурную схему автоматической системы управления стабилизацией концентрации озона в улье можно представить в виде изображенном на рисунке 3. Перед каждым ульем добавлено звено чистого запаздывания, которое моделирует задержку поступления озоновоздушной смеси по шлангам до улья.

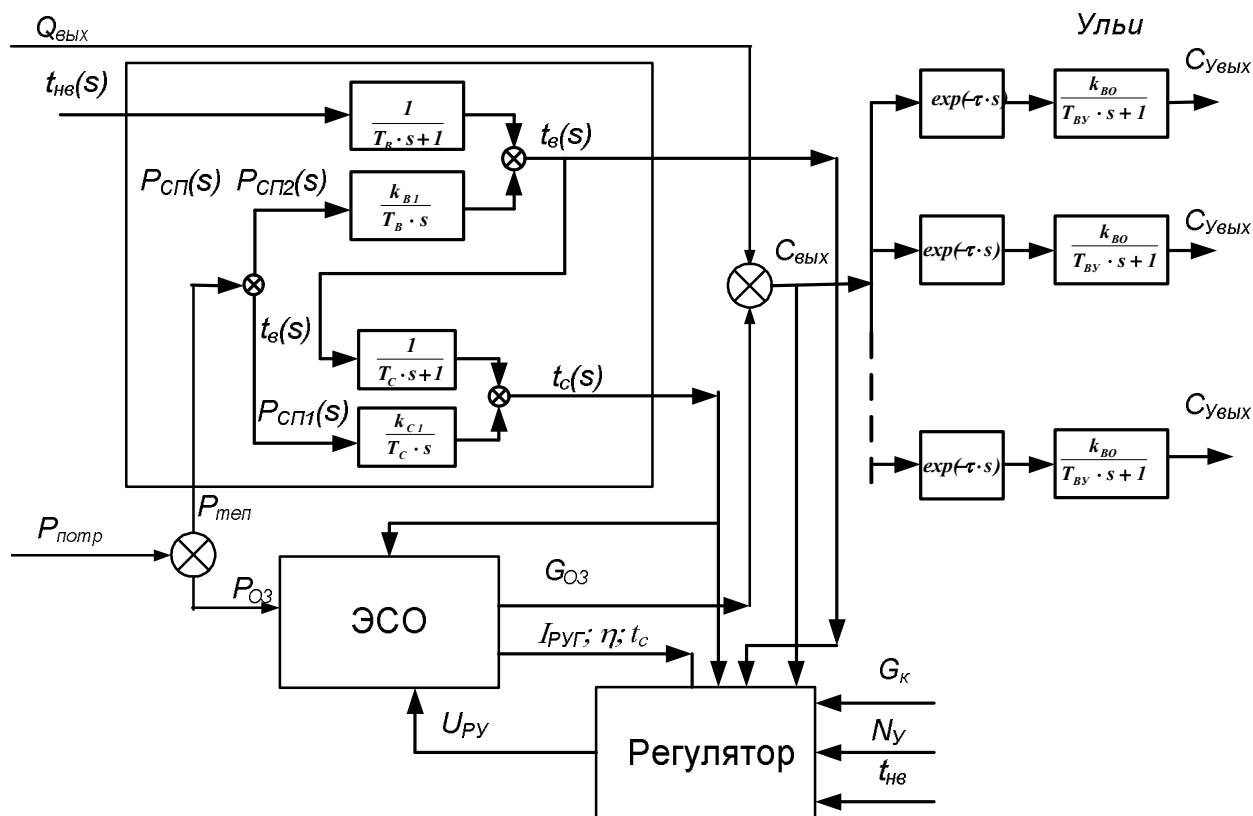


Рисунок 3.14 – Структурная схема автоматической системы управления стабилизацией концентрации озона в улье

### 3.3 Разработка и анализ функционирования автоматической системы стабилизации электротехнологических параметров с использованием пакета МВТУ

Разработка структурной схемы моделирования, полученной в результате моделирования САУ (рисунок 3.14) производится также в среде прикладного пакета «МВТУ», который позволяет провести анализ качества работы такой системы. Первоначально была разработана структурная схема тепловой модели (рис.3.15). В качестве входных параметров были установлены: температура воздуха, поступающего от компрессора  $t_{B1}$ ; подачи компрессора  $Q_{B1}$ ; тепловая мощность  $P_{теп}$ . Выходными параметрами тепловой модели являются: производительность по воздуху  $Q_{B2}$ ; температура воздуха на выходе из озонатора  $t_{B2}$ ; температура с тебла барьеров  $ts$ .



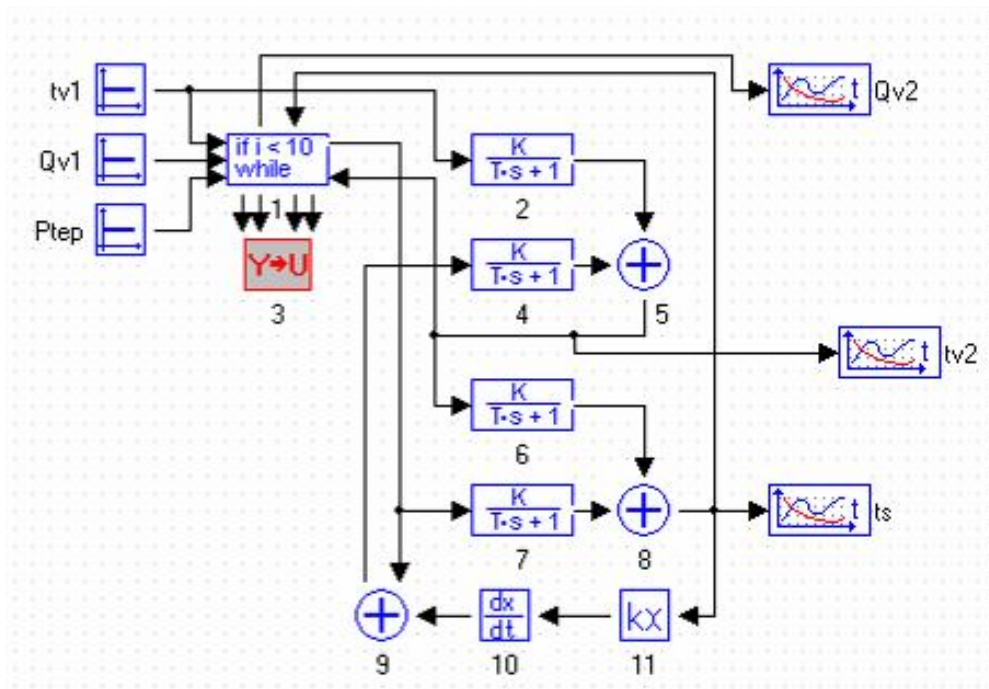


Рисунок 3.15- Структурная схема тепловой модели

Моделирование различных режимов позволило проанализировать влияние отдельных параметров на выходные характеристики []. Так, например на рисунке 3.16 представлены графики изменения температуры выходного воздуха и температуры стекла во времени .

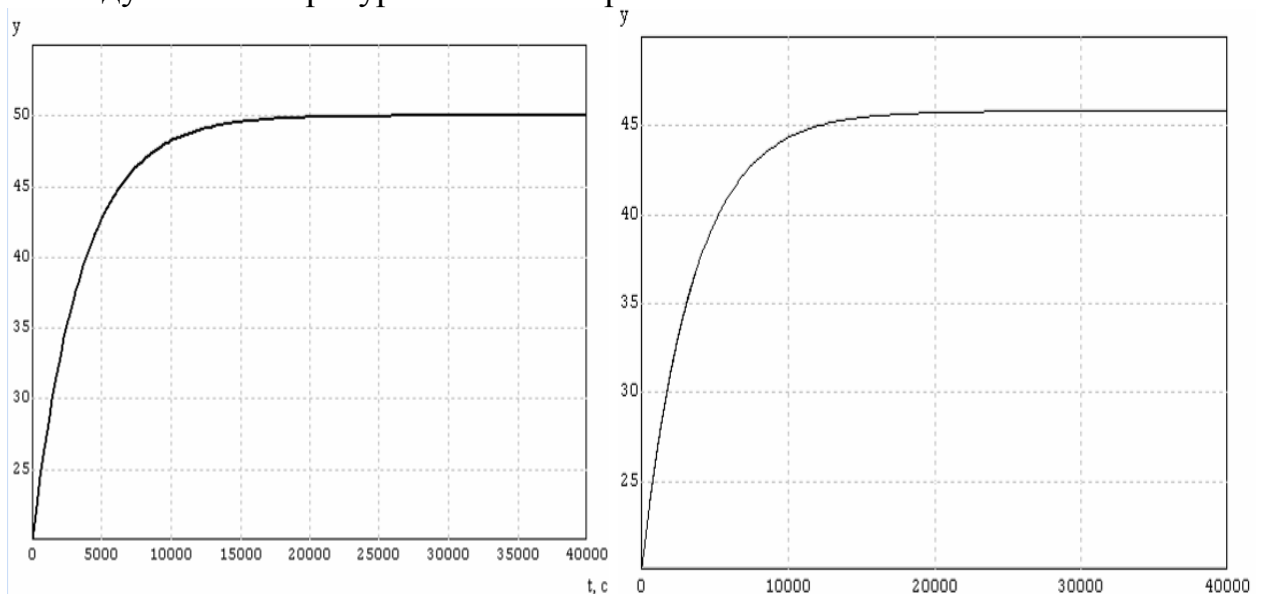


Рисунок 3.16 – Графики изменения температуры стекла (слева) и воздуха (справа)

Следующим этапом было разработка структурной схемы всей автоматической системы управления в зависимости от времени года. Так в результате была получена схема для летнего периода, представленная на рисунке 3.17.

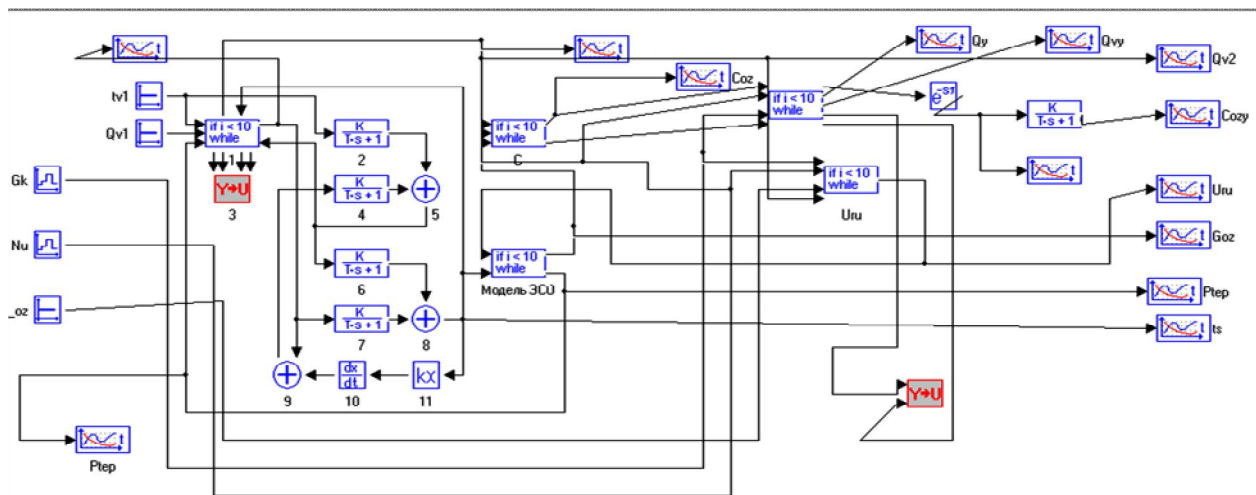


Рисунок 3.17 – Структурная схема автоматической системы управления стабилизацией концентрации озона в улье в программе MBTU (для летнего периода)

В данной схеме дополнительно введены входные параметры: часовой расход корма в улье  $G_k$ ; количество обрабатываемых ульев  $N_u$ ; необходимый уровень концентрации озона в улье  $C_{oz}$ . На выходе данной системы контролируется концентрация озона в улье, изменение подводимого напряжения, концентрация озона на выходе из озонатора и т.д. Требуемая концентрация озона на выходе определяется в специальном блоке  $Uru$ . В этом же блоке производится расчет уровня подводимого напряжения к диэлектрическим барьерам. В окне «Редактор глобальных параметров Проекта (Субмодели)» произведется расчет следующих величин: массы стекла через его объем и плотность; эквивалентного диаметра  $d$ ; площади сечения воздушного канала; площади поверхности стекла диэлектрических барьеров, участвующей в конвективном теплообмене; передаточного коэффициента  $k_{C2}$  и т.д. (рис.3.18). Отдельные блоки моделируют тепловые процессы, электросинтез озона, работу всего озонатора (рис.3.19).

Первоначально проводилось моделирование работы системы при постоянном количестве ульев и изменении расхода корма. Соответствующие графики представлены на рисунках 3.20-3.22. На рисунке 3.20 показан график изменения концентрации озона в улье. Из данного графика видно, что концентрация озона держится стабильно, но есть уменьшение до  $40 \text{ мг/м}^3$  при переключениях.

Интересны графики изменения концентрации озона на выходе озонатора и на входе в улей (рис.3.21). Данные графики отражают - как изменяется концентрация озона при изменении расхода корма. При этих процессах вид изменения напряжения в озонаторе представлен соответствующим графиком (рис.3.21). Из данного графика видно, что присутствует значительный диапазон изменения напряжения.

```

Редактор глобальных параметров | Проект (Субмодели)
1 //Температура окружающего воздуха, град.С
2 t_v1=20;
3 //Параметры РУ
4 Nk=4 {количество каналов РУ}
5 Ndb=2; {количество ДБ в канале РУ}
6 //Электрод
7 be=4e-2; {ширина}
8 le=46e-2; {длина}
9 //Стекло ДБ
10 срв=670; {удельная теплоемкость}
11 pls=2500; {плотность}
12 hs=2.3e-3; {толщина}
13 bs=8e-2; {ширина}
14 ls=50e-2; {длина}
15 ms=pls*hs*bs*ls*Ndb; {масса}
16 //Воздушный канал
17 hv=2.3e-3; {толщина}
18 hv=bs; {ширина}
19 lv=ls; {длина}
20 dv=2*hv*lv/(hv+hv); {эквивалентный диаметр}
21 Sv=hv*lv; {площадь}
22 Ss=hv*lv*Ndb; {площадь стекла конвективного теплообмена}
23 //Параметры воздуха
24 срв=1005; {удельная теплоемкость}
25 a11=-1.4501e-3; a12=353.60; a13=-1; {для плотности}
26 a21=7.0862e-4; a22=1.5249e-4; a23=0.89924; {для коэф. теплопроводности}
27 a31=-1.5677e-6; a32=1.4753e-9; a33=1.6426; {для кинемат. коэф. вязкости}
28 a41=0.75777; a42=-1.8636e-4; a43=1; {для числа Прандтля}
29 //Передачный коэф. ks2
30 k_s2=ms*срв;
31 //Параметры ЭСО
32 Urug=4.6; Urum=10;
33 aiz1=0.107621572505458; aiz2=0.00152157950586049;
34 aig1=-6.82301697734068; aig2=0.874349748479365; aig3=0.0935582255364607;
35 ag1=-0.418285192285793; ag2=0.00881933632269293; ag3=0.0279745621065029;
36 ag4=0.00054393507714728; ag5=-0.00042377056251555; ag6=-2.1897082687271e-7;

```

Рисунок 3.18- Окно «Редактор глобальных параметров проекта»

```

Вып программирования
1 input tv1, Qv1, Psp, tv, ts;
2 if time=0 then cv=tv1 ta=tv1 Ptep=0;
3 Psp=Ptep/Nk;
4 tv2=2*tv-tv1;
5 cov=a11+a12*(273.15+tv)^a13;
6 cov1=a11+a12*(273.15+tv1)^a13;
7 cov2=a11+a12*(273.15+tv2)^a13;
8 Qv2=Qv1*rov1/rov2;
9 vv1=Qv1/(Sv*Nk);
10 vv2=vv1*rov1/rov2;
11 vv=(vv1+vv2)/2;
12 l_v=a21+a22*(273.15+tv)^a23;
13 v_v=a31+a32*(273.15+tv)^a33;
14 Re_v=vv1*dv/v_v;
15 Pr_v=a41+a42*(273.15+tv)^a43;
16 Pr_s=a41+a42*(273.15+ta)^a43;
17 alfa=1.4*1_v*(vv1/(v_v*vv1))^4*Pr_v^0.33/dv^2*(Pr_v/Pr_s)^;
18 ksl=1/(alfa*Ss);
19 ksl=1/(alfa*Ss);
20 Tv=lv/vv;
21 kv1=1/(vv*Sv*rov*cpv);
22 output Qv2, Psp, Ts, ksl, Tv, kv1;

```

```

Вып программирования
1 input Gk, Nu, C, oz, Qv2;
2 Prum=Urug*0.7*Nk;
3 Qik=Qv2/4;
4 Goz=(ag1+ag2*Prum+ag3*50+ag4*Prum*50+ag5*50^2+ag6*(Prum*50
5 Goz=Nu*((C_oz*Nu*(Qik*600+0.052*Gk+0.029))/Qik*600);
6 C1=C_oz*Nu*(1+(0.052*Gk+0.029)/(Qik*600));
7 Goz1=Goz/Gozm;
8 Uru=30.295*Goz^3-19.37*Goz^2+7.7336*Goz+6.7;
9 output Uru;

```

```

Вып программирования
1 input Uru, ts;
2 Iru=(ag1+ag2*Uru+ag3*ts)/Nk;
3 Uru=(ag1+ag3*ts)/(a12+a12*ts-aig2);
4 Iru=(a12*Uru+a12*Uru*ts)/Nk;
5 if Iru<Iru then Irua=0 else Irua=Iru-Iru;
6 Prum=Uru*Irua*Nk;
7 Prum=Uru*0.7*Nk;
8 Gozm=(ag1+ag2*Prum+ag3*50+ag4*Prum*50+ag5*50^2+ag6*(Prum*50
9 Goz=(ag1+ag2*Prum+ag3*ts+ag4*Prum*ts+ag5*ts^2+ag6*(Prum*ts)^2)
10 Aud=Prum/Goz KPDrum=(143.64e3/47.9982e3)/Aud;
11 KPDrum=(143.64e3/47.9982e3)/Aud;
12 Ptep=Prum*(1-KPDrum);
13 output Goz, Ptep;

```

Рисунок 3.19- Содержание расчетных блоков по тепловым процессам, электросинтезу озона, работу всего озонатора

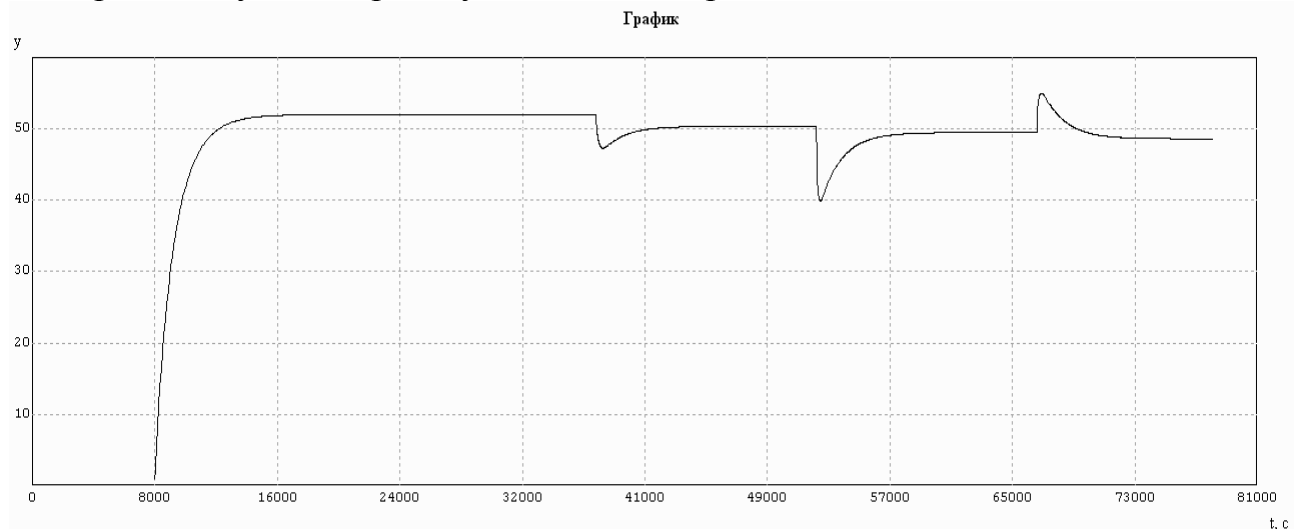


Рисунок 3.20- График изменения концентрации озона в улье при изменении расхода корма

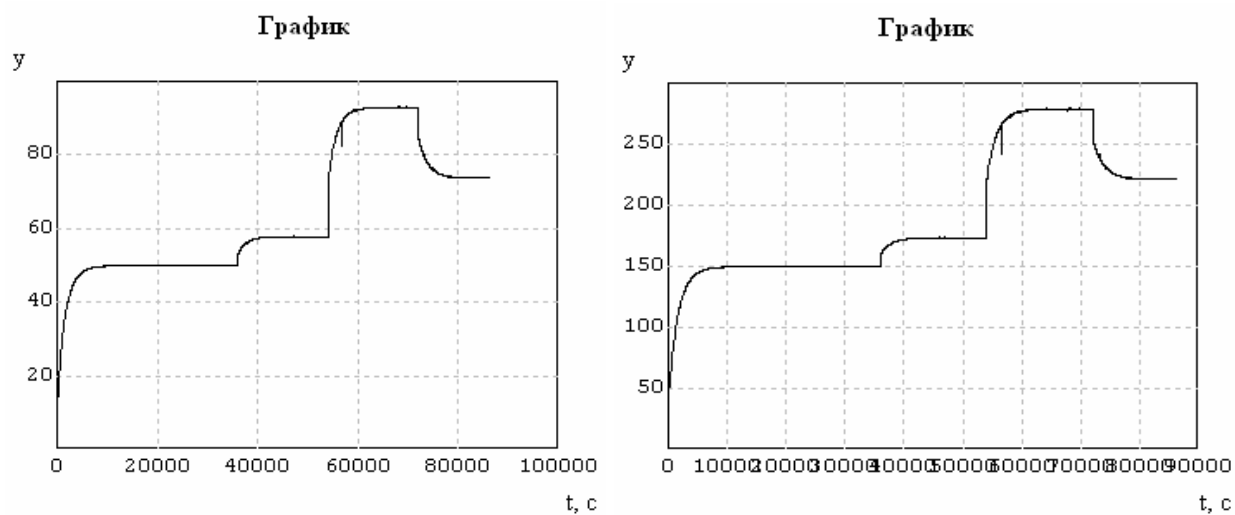


Рисунок 3.21- График изменения концентрации озона на входе в улей (слева) и на выходе озонатора (справа)

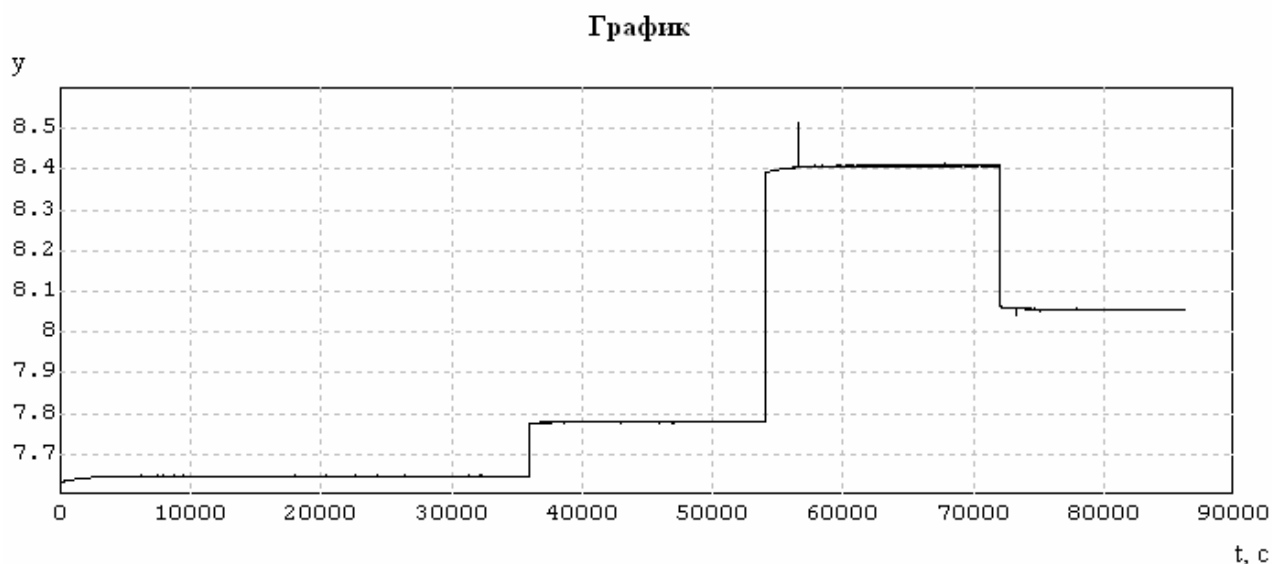


Рисунок 3.22- График изменения напряжения на разрядном блоке

Вторым этапом моделирования было изменение количества подключаемых ульев при постоянном расходе корма, соответствующие графики представлены на рисунке 3.23-3.24.

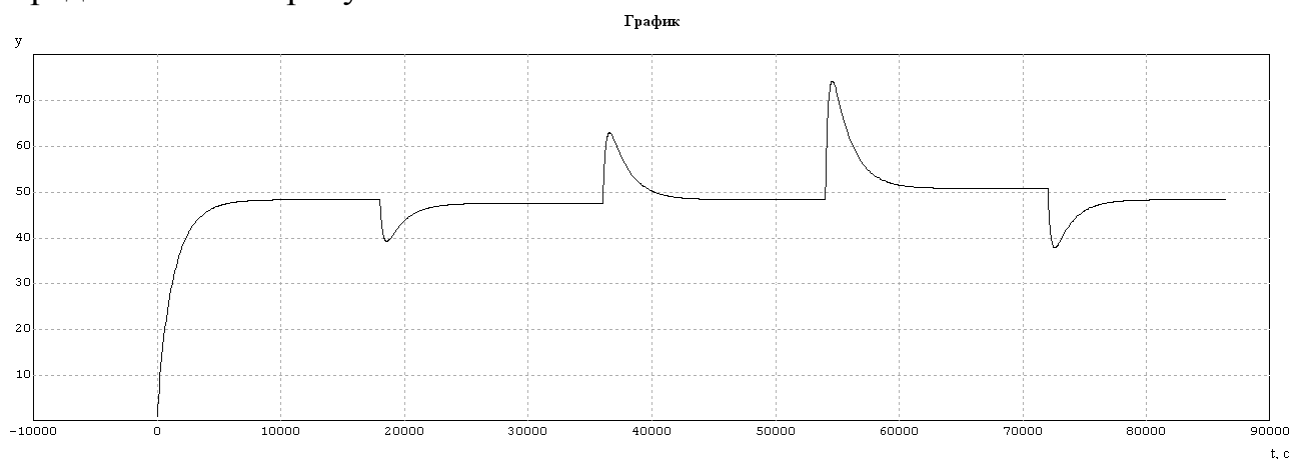


Рисунок 3.23- График изменения концентрации озона в улье при изменении количества подключаемых ульев

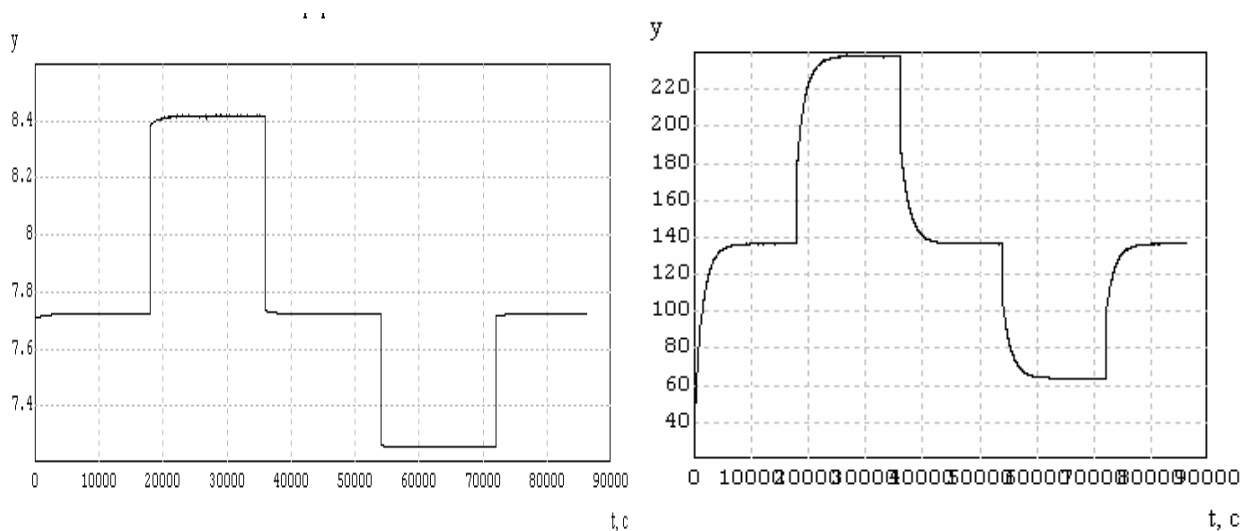


Рисунок 3.24- График изменения напряжения на разрядном блоке (слева) и концентрации озона на выходе озонатора (справа)

Переключение по количеству ульев проводилось в следующее последовательности: 3, 4, 3, 2,3. Как видно из графика (рис. 3.23) изменения концентрации озона в улье и амплитуда колебаний увеличилась.

Третьим этапом моделирования было одновременное изменение количества подключаемых ульев с изменением расхода корма, соответствующий график представлен на рисунке 3.25. Переключение по количеству ульев проводилось в следующее последовательности: 3, 4, 3, 2,3; при этом изменении расхода корма (мг/ч) проходило в следующей очередности: 5, 5, 10, 30, 20. Анализ графика 3.25 показывает удовлетворительную амплитуду колебаний концентрации озона в улье.

Для более точного анализа качества регулирования рассчитывались показатели качества регулирования: динамическая ошибка, коэффициент перерегулирования, обобщенный интегральный показатель. Результаты расчетов этих показателей сведены в таблицу 3.1

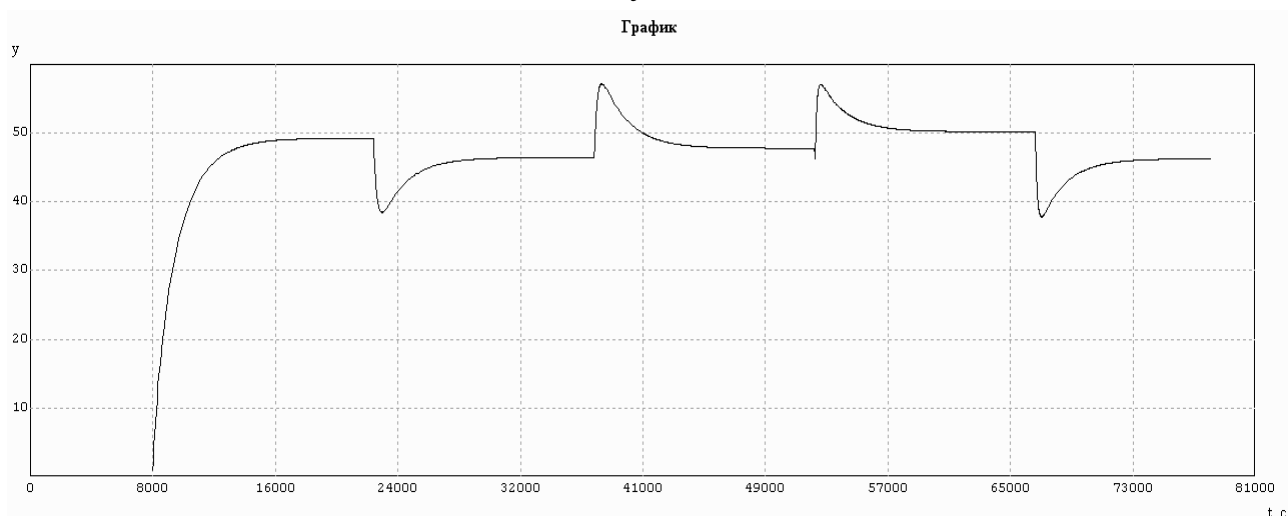


Рисунок 3.25- График изменения концентрации озона в улье при изменении количества подключаемых ульев и расхода корма

Таблица 3.1- Сводная таблица показателей качества регулирования системы стабилизации концентрации озона в улье летом

Изменение Gk и Nu		
Дин. ошибка, мг/м <sup>3</sup>	Коэф. перерегулирования, %	Обоб. Интеграл. Ср. Кв. Показатель
18,2942	36,5884	118190,3997
-14,8923	-29,7846	
Изменение Gk, при Nu=4		
Дин. ошибка, мг/м <sup>3</sup>	Коэф. перерегулирования, %	Обоб. Интеграл. Ср. Кв. Показатель
3,9752	7,9504	42309,96644
-2,2987	-4,5974	

Изменение Nu, при Gk=5		
Дин. ошибка, мг/м <sup>3</sup>	Коэф. перерегулирования, %	Обоб. Интеграл. Ср. Кв. Показатель
51,229	102,458	390292,5103
-8,0041	-16,0082	

Изменение Nu, при Gk=20		
Дин. ошибка, мг/м <sup>3</sup>	Коэф. перерегулирования, %	Обоб. Интеграл. Ср. Кв. Показатель
47,173	94,346	352094,054
-10,455	-20,91	

Анализ данных таблицы 3.1 показывает удовлетворительное качество регулирования с точки зрения данных эксплуатации.

Следующий этап моделирования – проверка работы системы в весенний период (стимуляция развития). В пакете МВТУ была разработана схема для весеннего периода (рис. 3.26).

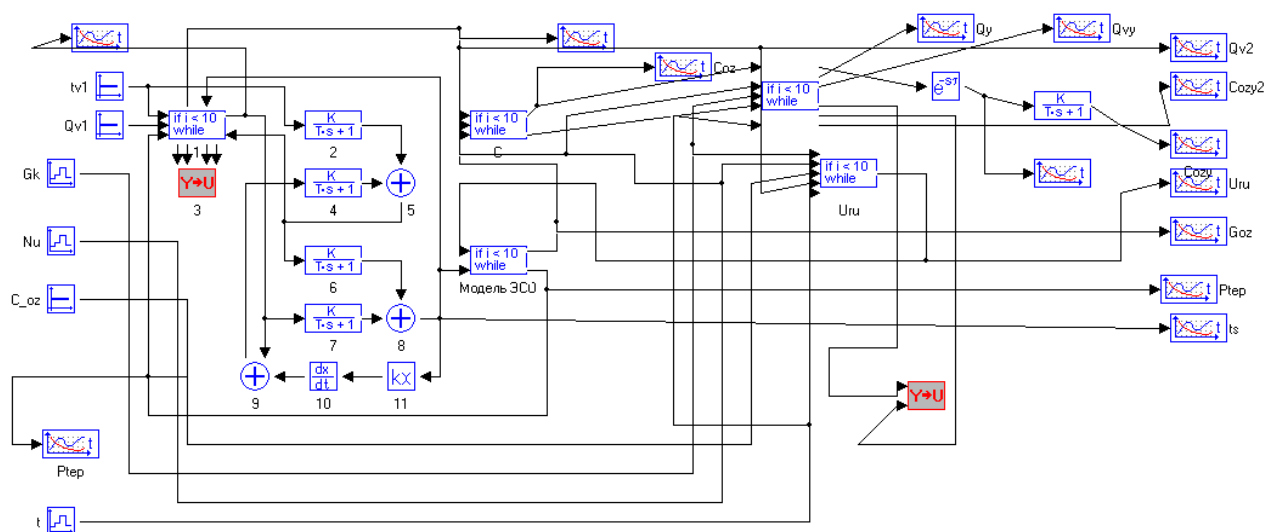


Рисунок 3.26 – Структурная схема автоматической системы управления стабилизацией концентрации озона в улье в программе МВТУ (для летнего периода)

Особенностью данной схемы является зависимость работы системы от температуры наружного воздуха. Ранее было показано, что весной при изменении температуры пчелы изменяют воздухообмен и такие изменения могут быть значительны. Во второй главе были получены эти зависимости, и они вложены в соответствующие блоки. Кроме того имеется блок изменяющий расход корма, также как и в предыдущей модели. Для получения более адекватных результатов температура менялась в соответствии температурными данными для конкретного месяца (апрель) на основе метеоданных для Краснодарского края. В качестве примера на рисунках 3.27-3.30 приведены результаты моделирования для температурных данных 4-х дней в апреле месяце. Анализ графиков (рис. 3.27-3.28) показывает, что при довольно значительном изменении концентрации озона на выходе озонатора и на входе в улей, внутри улья концентрация озона стабильна (рис. 3.28). При этом видно как изменяется напряжение на разрядном блоке (рис.3.29) – от 8,1 до 8,45 кВ. График на рисунке 3.30 показывает как значительно изменяется вентиляция создаваемая пчелами, которую и приходится компенсировать системой управления.

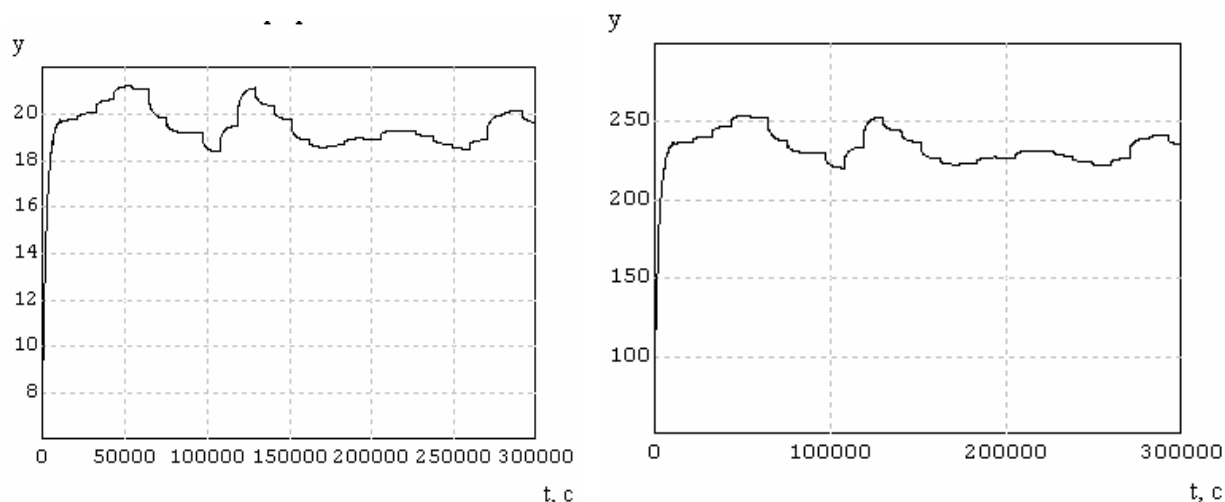


Рисунок 3.27 – Графики изменения концентрации озона ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) на входе в улей (слева) и на выходе из озонатора (справа)

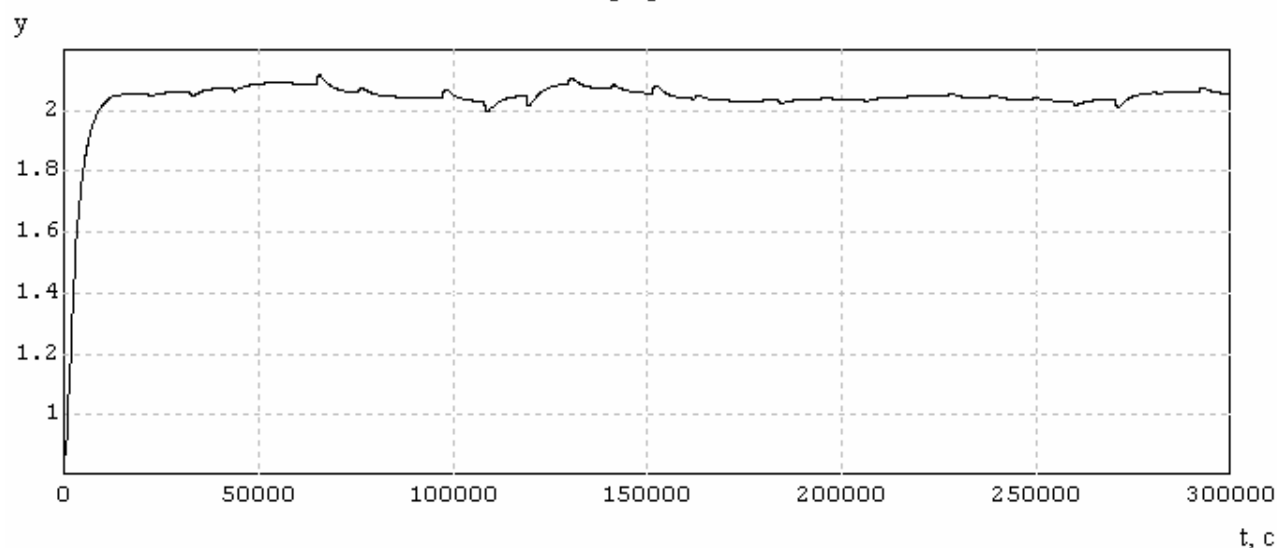


Рисунок 3.28 – Графики изменения концентрации озона ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) внутри улья

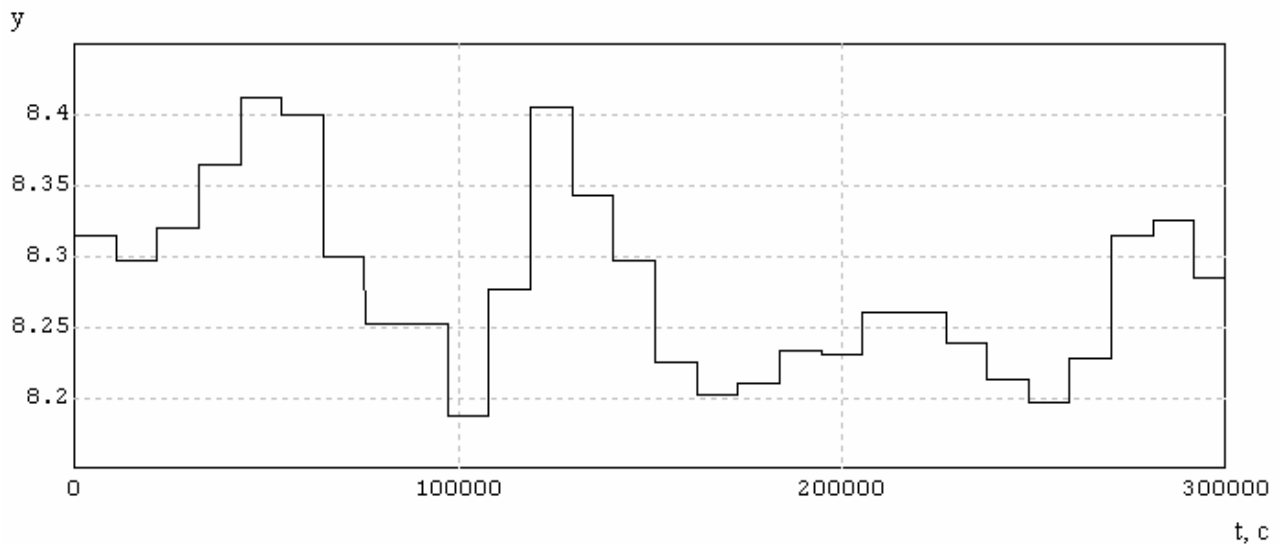


Рисунок 3.29 – Графики изменения напряжения на разрядном блоке (кВ)

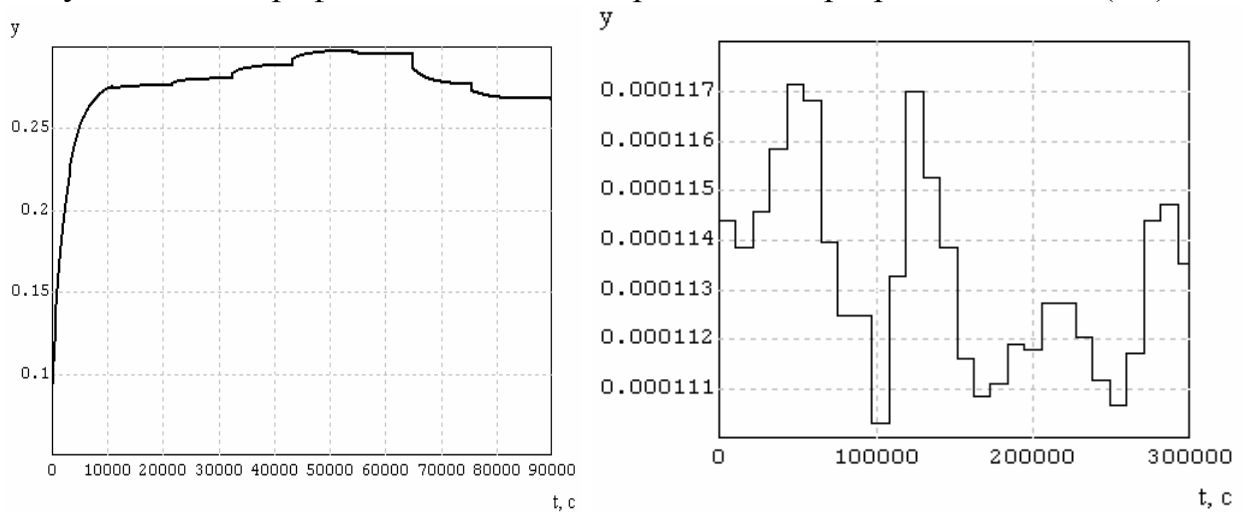


Рисунок 3.30 – Графики изменения производительности озонатора (мг/ч) (слева) и вентиляции улья (м<sup>3</sup>/с) (справа).

По результатам моделирования были определены качества управления (табл.3.2).

Таблица 3.2- Сводная таблица показателей качества регулирования системы стабилизации концентрации озона в улье весной

Весна Gk=6, 8, 9, 10				
Дин. ошибка, мг/м <sup>3</sup>	Коэф. перерегулирования, %	Обоб. Интеграл. Ср. Кв. Показатель	Время регулирования	Число перерегулирований
0,11936	5,968	245,287105	1 час 23 минуты	нет
-0,30887	-15,4435			нет

Полученные показатели качества регулирования говорят о высокой степени стабилизации основного параметра – концентрации озона в улье.

В результате синтеза системы автоматического управления концентрацией озона в улье, разработана схема электрическая принципиальная электроозонатора, представленная на рисунке 3.31.



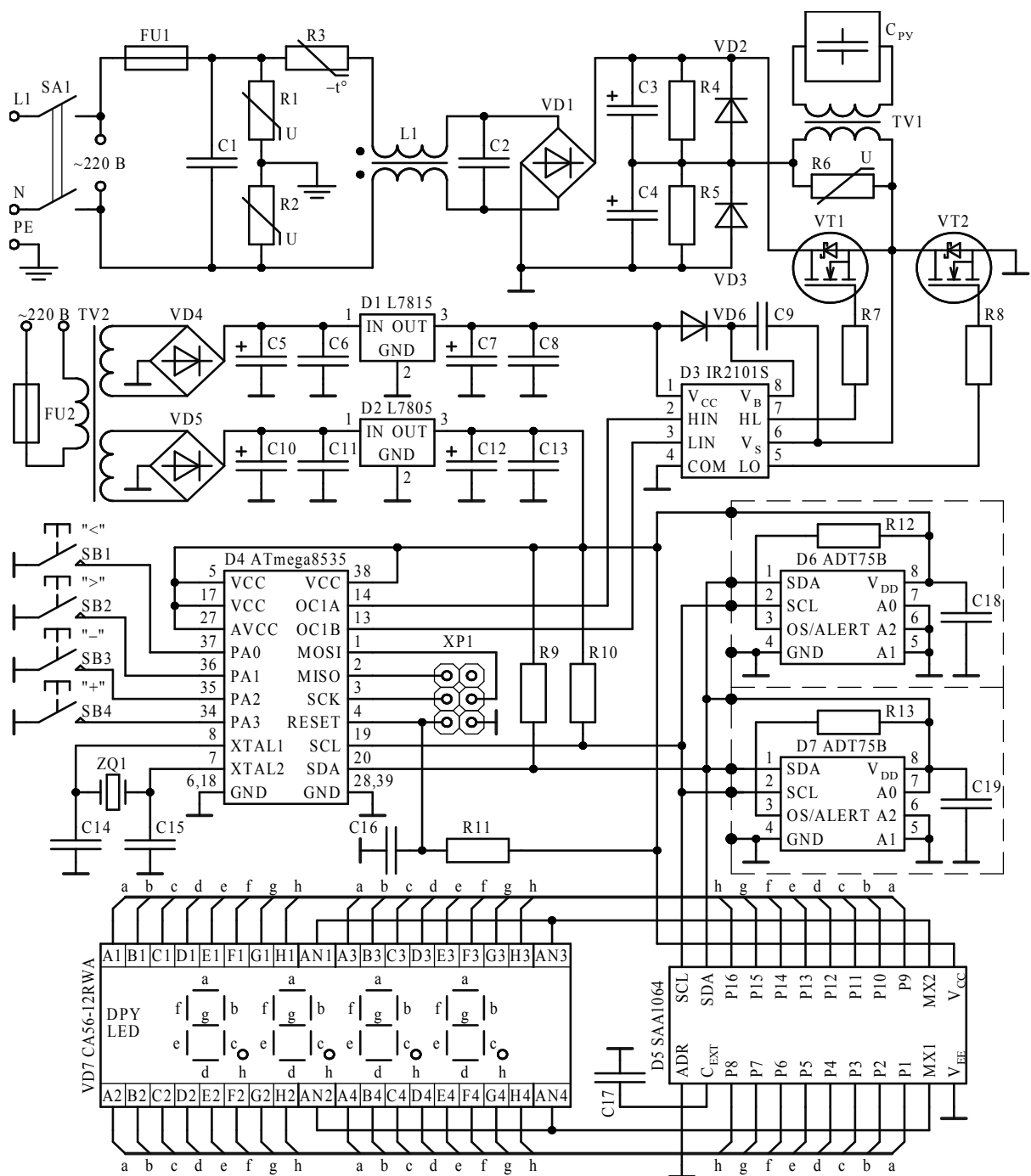


Рисунок 3.31 – Схема электрическая принципиальная электроозонатора

Работа схемы происходит следующим образом. Питание в схему подается с помощью переключателя *SA1*. Предохранитель *FU1* осуществляет защиту силовой части схемы от короткого замыкания или перегрузок в ней. На элементах *C1*, *L1*, *C2* собран входной двунаправленный помехоподавляющий фильтр. Варисторы *R1* и *R2* защищают силовую часть схемы от сетевых перенапряжений. Выпрямленное диодным мостом *VD1* напряжение сглаживается емкостным фильтром *C3* и *C4*, ограничением броска зарядного тока которых служит терморезистор *R3* с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления. Через резисторы *R4* и *R5* происходит разряд конденсаторов большой емкости *C3* и *C4* при отключении питания. Ограничение индуктивных выбросов напряжения первичной обмотки повышающего

трансформатора *TV1* осуществляют диоды *VD2*, *VD3* и варистор *R6*. Напряжение на первичной обмотке повышающего трансформатора *TV1* управляется силовыми ключами *VT1* и *VT2*, работающими в парефазном режиме. Затворы силовых ключей подключены к управляющему драйверу *D3* (*IR2101S*), на входы которого подается управляющий сигнал с микроконтроллера *D4* (*Atmega8535*).

Питающие напряжения цепи управления обеспечивают понижающий трансформатор напряжения *TV2*, двухполупериодные выпрямители *VD4*, *VD5*, компенсационные стабилизаторы, собранные на микросхемах (МС) *D1* (*L7815*), *D2* (*L7805*), и емкостные фильтры *C5-C8*, *C10-C13*. В качестве цифровых датчиков температуры применены МС *ADT75B* (*D6*, *D7*) фирмы «AnalogDevices» (США) с интерфейсом *I<sup>2</sup>C*. Вывод информации о работе электроозонатора осуществляется через семисегментный светодиодный индикатор *CA56-12RWA* фирмы «Kingbright». Первым с третьим и вторым с четвертым разрядами индикатора управляет МС *SAA1064* (*D5*) в мультиплексном режиме, обменивающаяся с МК через интерфейс *I<sup>2</sup>C*. Переключение между режимами индикации информации на светодиодном табло, ввод параметров обработки ульев озонном, включение РУ осуществляется с помощью кнопок *SB1-SB4*. Управление драйвером силовых ключей осуществляется микроконтроллером *Atmega8535* фирмы «Atmel» (США) с помощью ШИМ-сигналов выходов таймера/счетчика *T1*. Парафазность ШИМ-сигналов на *OC1A* и *OC1B* обеспечивается программно. Для внутрисхемного программирования МК предусмотрен разъем *XPI*.

### **3.4 Исследование влияния параметров электротехнологических воздействий на интенсивность весеннего роста, сортовую медопродуктивность, зимостойкость, устойчивость к болезням пчелиных семей**

В первую очередь был произведен эксперимент, в котором исследовалось влияние концентрации озона на степень развития и факты отрицательного влияния на жизнедеятельность пчел. Полученные результаты позволяют определить безопасную режимную область для обработки пчел озонном, которая составляет 0-500 мг/м<sup>3</sup>, и могут быть использованы, как для определения режимов стимуляции весеннего развития пчелиных семей, а также для разработки способов лечения болезней пчел [126, 129-133].

Для проведения трехфакторного эксперимента по влиянию режимов озонобработки на весеннее развитие, экспериментальные установки откалибровали под необходимые концентрации озона в воздушной смеси, подаваемой в улей (Рисунок 3.32). В качестве независимых переменных приняты:  $x_1$  –  $C_{O_3}$  - концентрация озонородной смеси подаваемой в улей (4 уровня: 16; 32; 48; 64 мг/м<sup>3</sup>);  $x_2$  –  $T$  - время экспозиции (4 уровня: 6; 12; 18; 24 часов);  $x_3$  –  $N$  - количество обработок за период исследования (4 уровня: 6, 12, 18, 24 раза). Для наиболее объективной проверки на соответствие теоретической

модели воздействия озона на развитие пчелиной семьи, фактор времени был разделен на 2 фактора: время экспозиции и периодичность обработки. В качестве зависимой переменной  $Y$ - принято среднее значение степени развития пчелиных семей  $C_p$ . Период исследования составил 24 суток обработки и 12 суток снятия показаний. В эксперименте было задействовано 210 пчелосемей, для обеспечения 3-х кратной повторности, 192 из них подверглись обработке озоном в различных режимах, а 18 семей – контрольная группа. Пчелиные семьи прошли специальную предварительную подготовку, что позволило к началу эксперимента иметь равные условия развития, такие как: породное сходство, возраст матки, сила семьи, система улья; а также равные оценочные показатели, такие как: количество печатного расплода, сила семьи, качество яйцекладки.



Рисунок 3.32 – Внешний вид разработанного опытного образца и его подключение к ульям

В результате обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии, адекватно описывающее взаимодействие факторов и наблюдаемой величины:

$$Y = 1,82 + 2,84x_1 + 0,248x_2 + 0,789x_3 - 0,07x_1x_2 - 0,37x_1x_3 + 0,627x_2x_3 - 0,47x_1x_2x_3 - 2,8x_1^2 + 0,382x_2^2 + 0,706x_3^2 + 0,508x_1^3 - 0,34x_2^3 - 0,7x_3^3 \quad (3.40)$$

Наибольший эффект достигается при концентрации озона 32 мг/м<sup>3</sup> в озоновоздушной смеси, поступающей в улей, при экспозиции 24 часа в сутки с периодичностью 24 раза за 24 суток, т.е. при постоянной обработке в течение 24 суток. Результатом эксперимента по воздействию озона на интенсивность весеннего развития является выявление оптимального режима обработки пчел, при котором достигнуто увеличение параметра степени развития пчелосемей на 39 % ( $C_p = 3.6481$ , в сравнении с  $C_p = 2.6200$  контрольной группы).

Эффект объясняется снижением потерь энергии на поддержание внутреульевого микроклимата за счет снижения воздухообмена на удаление метаболической влаги в результате электроозонирования. Увеличение экспери-

ментально полученной степени развития пчелосемей в сравнении с расчетной на 11 % объясняется снижением концентрации болезнетворных микроорганизмов во внутреульевом составе воздуха, и тем самым созданием еще более благоприятных условий для развития пчелосемей.

На основании теоретических и экспериментальных исследований доказано, что при использовании электрообогрева и электроозонирования с заданными параметрами повышается интенсивность весеннего развития пчелиных семей на 40%, а средняя медопродуктивность на 30%. При этом урожай майского меда с белой акации повышается на 100%. Защищено 3-мя патентами РФ на изобретения: №2185319; №2198134; №2237126.

Теоретические исследования позволили разработать математические модели, обосновывающие параметры регулятора системы стабилизации концентрации озона в улье и разрядного устройства электроозонатора как регулирующего органа. На основании этих параметров был разработан регулятор, принципиальная схема которого представлена на рисунке 3.31. Для передачи материалов исследования в серийное производство необходимо было произвести испытания системы в реальных условиях пасек Краснодарского края.

Экспериментальные исследования произведены в мае, так как именно в это время практически каждый день имеется перепад температур наружного воздуха в требуемом диапазоне от 20 до 35°C в прямом и обратном порядке. Измерение температуры наружного воздуха осуществляли двумя термометрами: ртутным и цифровым. Порядок исследований следующий. За объект управления принимался однокорпусный 12-рамочный дадановский улей, в который подводилась посредством гибких трубопроводов озоновоздушная смесь. Электроозонатор с системой автоматического управления концентрацией озона в улье обрабатывал одновременно 3 улья. Концентрация озона в улье контролировалась с помощью прибора «Циклон 5» и была задана величиной в 50 мг/м<sup>3</sup>. Озоновоздушная смесь подавалась в улей с подачей компрессора 4 м<sup>3</sup>/ч.

Опыт проводился следующим образом. Первоначально определились с количеством обрабатываемых ульев, подготовили всё экспериментальное оборудование. Электроозонатор с системой автоматического управления концентрацией озона в улье обрабатывал одновременно 3 улья. Определили параметры обработки, время обработки и концентрацию озона в улье. Озоновоздушная смесь подавалась одновременно в три улья с подачей компрессора 12 м<sup>3</sup>/ч. Технология стабилизированного озонирования более подробно описана в литературе [82, 89, 92, 93].

Вторым этапом эксперимента являлось снятие зависимостей изменения концентрации озона в улье от изменения температуры окружающего воздуха в течение дня. Эксперимент начинался с 6.00 и заканчивался в 21.00. При этом значения температуры окружающего воздуха и концентрации внутри улья фиксировались через каждые 30 минут. Эксперимент длился три дня.

Необходимо отметить тот факт, что в опыте использовался не один электроозонатор, в котором осуществлялась корректировка концентрации озона в улье с изменением температуры окружающего воздуха. Также наряду

с вышеупомянутым электроозонатором в эксперименте использовались электроозонатор с токовой стабилизацией, который учитывал нагрев разрядного промежутка, и электроозонатор без стабилизации. Результаты эксперимента представлены на рисунке 3.33.

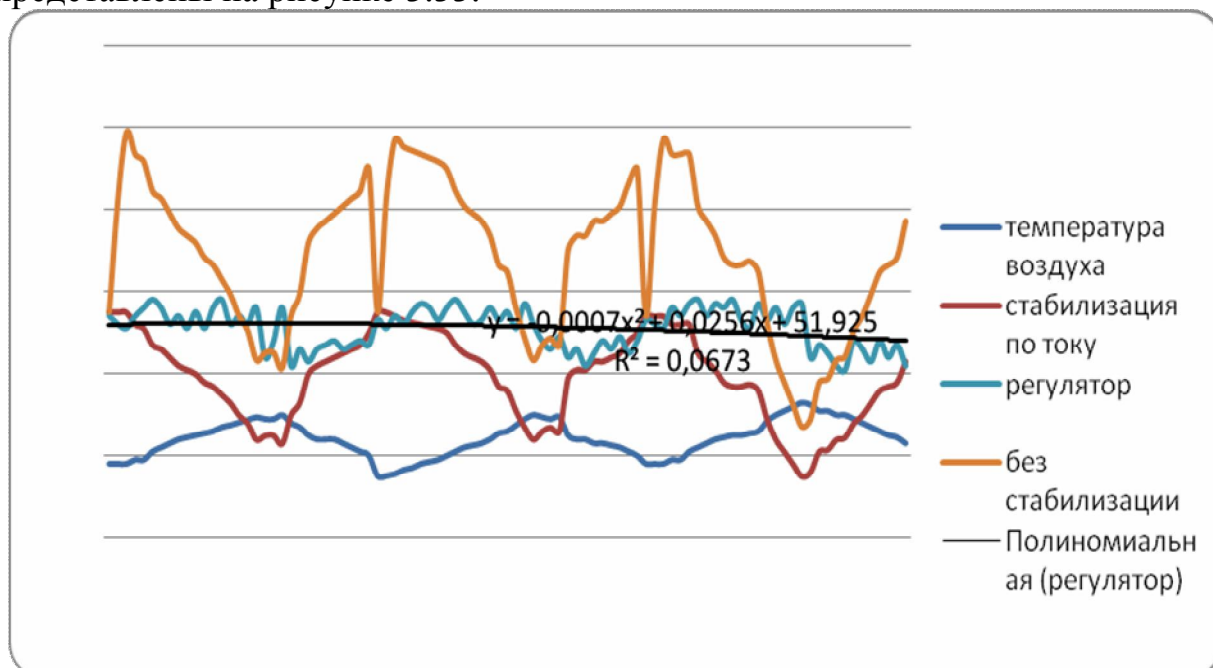


Рисунок 3.33 – График зависимости изменения концентрации озона в улье при различных способах стабилизации от температуры окружающего воздуха

Анализируя данные, видим, что по мере увеличения температуры окружающего воздуха изменяется концентрация озона внутри улья. Так электроозонатор с регулятором концентрации озона в улье при изменении температуры окружающего воздуха изменяет концентрацию от заданного значения  $55 \text{ мг/м}^3$  в диапазоне  $\pm 6 \text{ мг/м}^3$ , что является допустимым. Под действием датчика температуры окружающего воздуха происходит корректировка концентрации озона на выходе из разрядного устройства.

Электроозонатор со стабилизацией по току не удовлетворяет технологическим требованиям, при повышении температуры окружающего воздуха концентрация внутри улья резко уменьшается, при этом не происходит корректировки концентрации озона на выходе из разрядного устройства. Электроозонатор без стабилизации концентрации внутри улья при изменении температуры воздуха вообще не приемлем, так как очень нестабильна его производительность, которая изменяется при нагреве разрядного устройства и не удовлетворяет параметрам качественной обработки пчел.

Для проверки адекватности разработанной математической модели системы автоматического управления концентрацией озона в улье была испытана разработанная система в реальных условиях пасеки. Эксперимент продолжался в течение дня. Изменение температуры и концентрации озона в улье фиксировалось постоянно.

В результате эксперимента установлено, что динамическая ошибка

превышает допустимого диапазона  $\pm 6,5 \text{ мг/м}^3$  для системы автоматического управления с регулятором. Допустимое значение динамической ошибки не должно превышать  $\pm 10 \text{ мг/м}^3$ . Система без регулятора не удовлетворяет критерию допустимой динамической ошибки, что не позволяет качественно производить лечение пчел. Коэффициент перерегулирования составляет  $\pm 12\%$ , не превышает допустимого значения, что подтверждает хорошее качество регулирования. Графически результаты исследования отображено на рисунке 3.34.

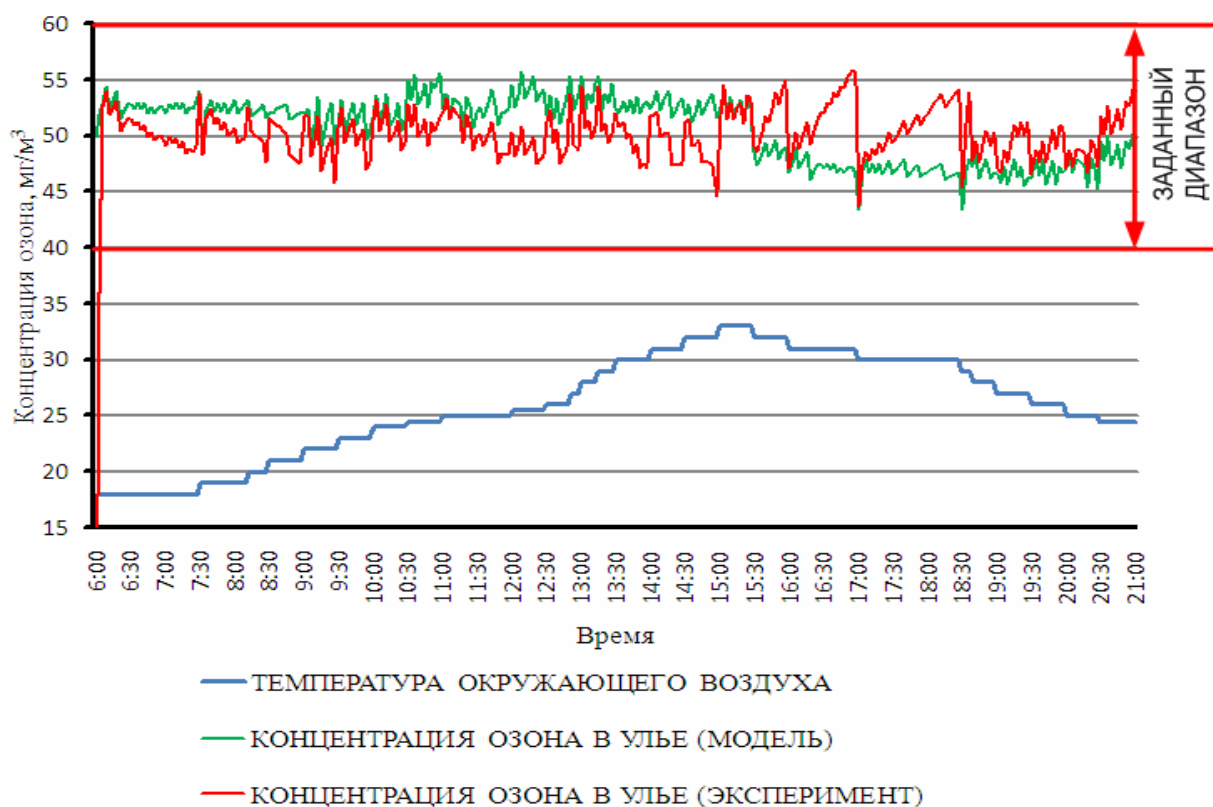


Рисунок 3.34 – График проверки адекватности разработанной математической модели системы автоматического управления концентрацией озона в улье

К системе автоматического управления концентрацией озона в улье предъявлены требования к качеству регулирования. Показатели качества регулирования отображены в таблице 3.3.

В результате эксперимента была апробирована система автоматического управления концентрацией озона в улье. Один электроозонатор с системой автоматического управления концентрацией в улье может обрабатывать до 100 пчелиных семей с заданной концентрацией озона в улье. Посредством разветвленной пневмосистемы, установленной на пасеке, можно поочередно проводить обработку ульев с пчелами, при этом концентрация озона в улье будет практически постоянной, динамическая ошибка и коэффициент перерегулирования не превышают допустимого значения, что является необходимым условием для качественного лечения пчел.

Таблица 3.3– Показатели качества регулирования

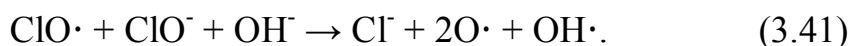
Показатели	Допустимое значение	Без регулятора	С регулятором	
		эксперимент	модель	эксперимент
Динамическая ошибка, мг/м <sup>3</sup>	10	52	6,5	6
	-10	-33	-7	-6,5
Коэффициент перерегулирования, %	20	-	13	12
	-20	-	-14	-13
Интегральный среднеквадратичный показатель, %	-	230	17	8,6

Сегодня происходит интенсивное применение химических средств и препаратов в технологиях получения сельскохозяйственной продукции. После их воздействия и в результате разложения отдельных видов химических соединений или образования новых в пищевой продукции появляются и накапливаются вещества, являющиеся фактически ядами. В России разрешено применение и практически используется более 400 препаратов для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации [12, 57, 109-111, 144]. В последние десятилетия результаты борьбы человечества с миром микробов, показывают, что человек проигрывает это состязание. Возрастает количество штаммов микроорганизмов, устойчивых к целым классам химических соединений. Периодические плановые замены одних антимикробных средств на другие не решают общей проблемы. Пути развития дезинфекционного применений, базируются на результатах анализа статистических данных по применению тех или иных антимикробных средств и лишь отражают предложения рынка химических препаратов.

Для изменения такой ситуации необходимо искать альтернативные пути борьбы с вредоносными организмами, основанные не на увеличении концентрации химических препаратов, а базирующиеся на блокировании специфических процессов жизнедеятельности микроорганизмов. Одним из таких путей является применение инновационных электротехнологий: электроактивация водных растворов, озонирование, обработка электромагнитными полями различных частот. В основе электротехнологий лежат химические реакции, схожие с теми, что выработались в процессе эволюции живых организмов.

Установлено, что химическая природа дезинфицирующего эффекта электроактивированных растворов подобна антимикробному действию внутренней среды живых организмов. Ведущая роль в бактерицидном действии нейтрофилов принадлежит хлорноватистой кислоте  $\text{HClO}$ , вырабатываемой

фагоцитирующими клетками. Образование хлорноватистой кислоты в нейтрофилах происходит из перекиси водорода и хлорид-ионов. Три указанных химических компонента являются источниками следующих свободных радикалов:  $\text{HO}_2^-$  – анион гидропероксида,  $\text{O}_2^{2-}$  – пероксид-анион,  $\text{O}_2^-$  – супероксид-анион,  $\text{HO}_2\cdot$  – радикал пероксида водорода,  $\text{HO}_2$  – супероксид водорода. Активные гипохлорит-радикалы  $\text{ClO}\cdot$  могут принимать участие в реакциях образования атомарного кислорода ( $\text{O}\cdot$ ) и радикала гидроксила ( $\text{HO}\cdot$ ) [4, 5, 13, 50, 110, 111, 117]:

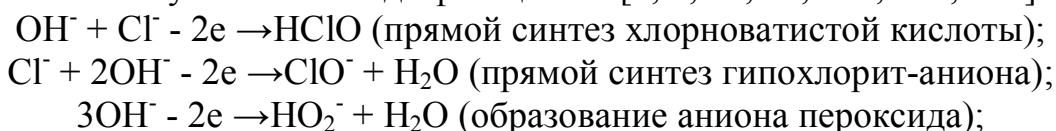


Образующиеся радикалы, атомарный кислород принимают участие в уничтожении микроорганизмов, взаимодействуя с биополимерами, способными к окислению, например, в соответствии с реакциями:

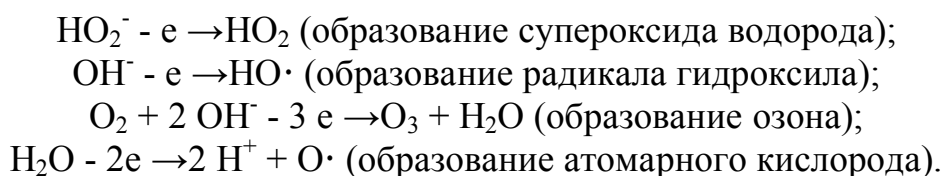


Метастабильная смесь соединений, образующаяся в процессе фагоцитоза, является весьма эффективным средством уничтожения микроорганизмов, поскольку обладает множеством спонтанно реализующихся возможностей необратимого нарушения жизненно важных функций биополимеров микроорганизмов на уровне реакций передачи электронов. Метастабильные частицы с различными значениями электрхимического потенциала обладают универсальным спектром действия, т.е. способны оказывать повреждающее действие на все крупные систематические группы микроорганизмов (бактерии, микобактерии, вирусы, грибы, споры), не причиняя вреда клеткам тканей человека и других высших организмов, т.е. соматическим животным клеткам в составе многоклеточной системы. Это обусловлено принципиальными отличиями в строении и условиях жизни клеток микро- и макроорганизмов. Клетки высших организмов обладают мощной химической системой антиоксидантной защиты, предотвращающей токсическое воздействие оксидантов, в частности свободных радикалов, на жизненно важные клеточные структуры. Антиоксидантные свойства соматических клеток связаны с наличием мощной трехслойной липопротеидной оболочки, которой не обладают микроорганизмы (бактерии, микобактерии, вирусы, грибы, споры). Таким образом, максимальное использование фундаментальных различий живых существ макро- и микробиологического мира позволяет разработать эффективные аппараты для приготовления электрохимически активных растворов, оказывающих действие на основные жизненные функции организмов.

Процесс электрохимической активации (происходит в электроактиваторах водных растворов) предполагает получение химических соединений, идентичных получаемым в ходе фагоцитоза [4, 5, 13, 50, 110, 111, 117]:







Сопоставляя химические реакции процессов электрохимической активации растворов и фагоцитоза можно констатировать их сходство.

Смесь метастабильных действующих веществ анолита обеспечивает отсутствие адаптации микроорганизмов к микробоцидному действию, а малая суммарная концентрация соединений активного кислорода и хлора гарантирует безопасность для человека и окружающей среды. Низкая минерализация анолита и его повышенная гидратационная способность, способствующая увеличению проницаемости клеточных стенок и мембран, создают условия для интенсивного осмотического и электроосмотического переноса оксидантов во внутриклеточную среду. Осмотический перенос оксидантов через оболочки и мембраны микробных клеток намного интенсивнее, чем через мембраны соматических клеток, ввиду существенного различия осмотического градиента этих типов клеток [4, 50]. Сумма соединений активного кислорода и хлора в анолите (суммарное содержание оксидантов) находится в пределах от 100 до 500 мг/л, что в десятки раз меньше, чем в большинстве рабочих растворов современных дезинфицирующих препаратов. Анолит не вызывает коагуляцию белка, защищающего микроорганизмы и, благодаря разрыхленной структуре, легко проникает в материю [4, 5].

В Кубанском ГАУ, совместно с лабораторией микологии был проведен ряд экспериментов по борьбе с самыми опасными болезнями пчел на основе электротехнологических приемов. В настоящее время одним из серьезнейших препятствий на пути развития пчеловодства продолжает оставаться варроатоз – самая страшная болезнь пчел. Для профилактики и исследования варроатоза пчел разработана технология обработки пчелиных семей водным раствором озона. Акарицидная эффективность растворенного в анолите озона при лечении варроатоза пчел составляет 97,2%. Результаты исследований защищены 3 патентами на способы борьбы с варроатозом пчел: №2324242; №2430511; №2357412.

Поставленная задача достигается тем, что в способе борьбы с варроатозом, включающем обработку пчелиных семей находящихся в ульях биологически активным веществом, в качестве которого используется растворенный в анолите, со значениями рН 6-2, озон с концентрацией 50-200 мг/л. Пчел обрабатывают опрыскиванием растворенным в анолите озоном. Обработка производится четырехкратно с интервалом 7 дней.

Озон — газообразное вещество, высокоактивная аллотропная модификация кислорода; при обычных температурах — газ светло-голубого цвета с характерным острым запахом. Озон нестабилен и легко распадается, образуя высокоактивные атомы кислорода, обладающие сильными окислительными свойствами. В природе озон образуется из кислорода при грозовых разрядах или под действием радиации Солнца (стратосферный озоновый слой). Используется для обеззараживания воды, хранения сельскохозяйственной про-

дукции, в медицине, пищевой промышленности и др.

Пример практического осуществления способа. При лечении варроатоза опрыскиванием раствором в воде озоном с концентрацией 50-200 мг/л. Раствор готовится путем барботирования анолита, полученного в диафрагменном электролизере, озоновоздушной смесью, полученной в электроозонаторе барьерного типа, с концентрацией 5 г/м<sup>3</sup> в течении 10 мин. На рамку размером 435×300 мм, плотно заполненную пчелами, расходовали 10 - 12 мл раствора. Экспериментальные данные показывают что 10 - 12 мл раствора достаточно для получения устойчивого эффекта. Увеличение расхода раствора свыше 12 мл не приводит к увеличению эффекта (таблицы 3.4 – 3.6). Излишки раствора использовали для смачивания внутренней поверхности стенок улья, вставных досок, потолочины. Обработка производится четырехкратно с интервалом 7 дней.

После проведенной четырехкратной обработки опытные и контрольные семьи пчел осмотрели на наличие клинических признаков заболевания по параметру степени заклещеванности. Результаты контрольного осмотра опытных семей свидетельствовали об выздоровлении, что было также подтверждено лабораторными исследованиями. Состояние контрольных семей, не подвергавшихся лечебным обработкам, за время испытаний не улучшилось.

При изучении воздействия раствора озона на возбудителя варроатоза установлено, что озон вызывает ожег слизистых оболочек присосок клещей, в результате чего они теряют способность удерживаться на пчелах, осыпаются на дно улья и погибают от голода.

Таблица 3.4 – Акарицидная эффективность растворенного в анолите озона, в зависимости от параметров раствора

№	Концентрация растворенного в анолите озона, мг/л	рН анолита	Индекс встречаемости клещей Варроа на пчелах, %		Эффективность обработки, %
			До обработки	После обработки	
1	0	7	17,6	18,1	0
2	50	6	17,9	14,5	18,9
3	50	4	18,1	10,7	40,8
4	50	2	18,4	3,6	80,4
5	120	6	17,7	12,4	29,9
6	120	4	18,1	8,4	53,5
7	120	2	19,6	2,1	89,2
8	200	6	18,3	9,8	46,4
9	200	4	18,2	4,2	76,9
10	200	2	17,7	1,1	93,7

За время проведения эксперимента отрицательного воздействия на жиз-

недеятельность пчелиных семей не выявлено. Визуальных изменения в поведении пчел за время обработки не обнаружено.

Согласно проведенным лабораторным анализам отрицательного влияния озонобработки на продукты пчеловодства не обнаружено, что говорит о экологической чистоте данного способа обработки.

Таблица 3.5 – Влияние количества раствора на акарицидную эффективность при обработке рамок с пчелами размером 435×300 мм

№	Количество раствора на рамку пчел, мл	Индекс встречаемости клещей Варроа на пчелах, %		Эффективность обработки, %
		До обработки	После обработки	
0	0	16,6	16,8	0
1	2	18,4	14,9	19,1
2	4	16,9	9,75	42,3
3	6	17,1	5,33	68,8
4	8	18,1	3,7	79,4
5	10	17,6	1,74	90,1
6	12	17,8	1,12	93,7
7	14	16,6	0,97	94,1
8	16	19,3	1,02	94,7
9	18	19,7	1	94,9
10	20	18,2	0,91	95,0

Таблица 3.6 – Влияние количества раствора на акарицидную эффективность при обработке рамок с пчелами размером 435×230 мм

№	Количество раствора на рамку пчел, мл	Индекс встречаемости клещей Варроа на пчелах, %		Эффективность обработки, %
		До обработки	После обработки	
0	0	18,4	20,2	0
1	2	19,2	15,3	20,2
2	4	17,7	8,5	51,7
3	6	20,3	5,3	73,6
4	8	21,5	3,7	82,5
5	10	18,5	1,4	92,5
6	12	17,6	0,93	94,7
7	14	19,5	0,95	95,1
8	16	21,5	1,0	95,3
9	18	20,3	0,91	95,5
10	20	19,7	0,88	95,5

Таким образом, генератор электроактивированных растворов озона для борьбы с варроатозом пчёл должен обладать параметрами необходимыми для

приготовления анолита, со значениями pH от 6 до 2 и озона с концентрацией озона в растворе от 50 мг/л до 200 мг/л.

Одной из проблем внедрения электроактивированных растворов в пчеловодство - наличие эффективного и автоматизированного активатора. Производительность электроактиваторов зависит от содержания солей в исходной воде и от величины межэлектродного пространства. Чем меньше это расстояние, тем меньше затрачивается энергии на получение активированного раствора. Однако при малых расстояниях большая вероятность «забивания» межэлектродного пространства выпавшими в осадок солями. В связи с этим необходима дополнительная водоочистка исходного продукта. Как показывают исследования, на процесс электроактивации будет оказывать влияние вид течения жидкости – ламинарный или турбулентный. При турбулентном движении процесс активации будет происходить более активно. Турбулентный режим можно создать только при увеличенных межэлектродных расстояниях (свыше 5 мм). Опыт эксплуатации диафрагменных активаторов доказывает постепенное повышение сопротивления мембраны, вследствие «забивания» ее выпадающими в осадок солями. Это необходимо учитывать в системе управления электроактивацией. Такая система должна также учитывать возможные изменения давления исходной воды. Устройство управления должно иметь широкий диапазон регулирования по напряжению и возможность подключения потребителя мощностью до 50 кВт. В Кубанском ГАУ, совместно с авторами данной монографии проведены аналитические и экспериментальные исследования по оптимизации параметров электроактиватора [113, 115, 116, 122, 123]. Получена формула для определения изменения водородного показателя для анодной камеры:

$$\Delta p H_A = \frac{U_A^2}{\rho_{см}^A \cdot Q_A \cdot D_{жс} \cdot K}, \quad (3.43)$$

где  $K = \frac{l}{S}$  - конструктивный параметр активатора, связан только с конструкцией самого активатора;  $D_{жс} = d' \cdot \rho_{жсA}$  - параметр жидкости, связан с ее плотностью и способностью к активации;  $\rho_{см}^A$  - удельное сопротивление смеси «вода – хлор» или «вода-водород»;  $U_A$  - напряжение на анодной камере;  $Q_A$  - производительность анодной камеры.

Аналогично будет выглядеть формула для расчета водородного показателя катодной зоны.

На основе теоретических расчетов изготовив макетный образец однофазного электроактиватора по размерам, показанным на рисунке 3.35, и было произведено его подключение по гидравлической схеме (рис.3.36). Вода через расходомер и два индивидуальных вентиля подается в две камеры активатора. С помощью входных вентилях осуществляется регулировка подачи исходной воды. На выходе из анодной камеры установлен расходомер для

фиксации производительности активатора по анолиту.

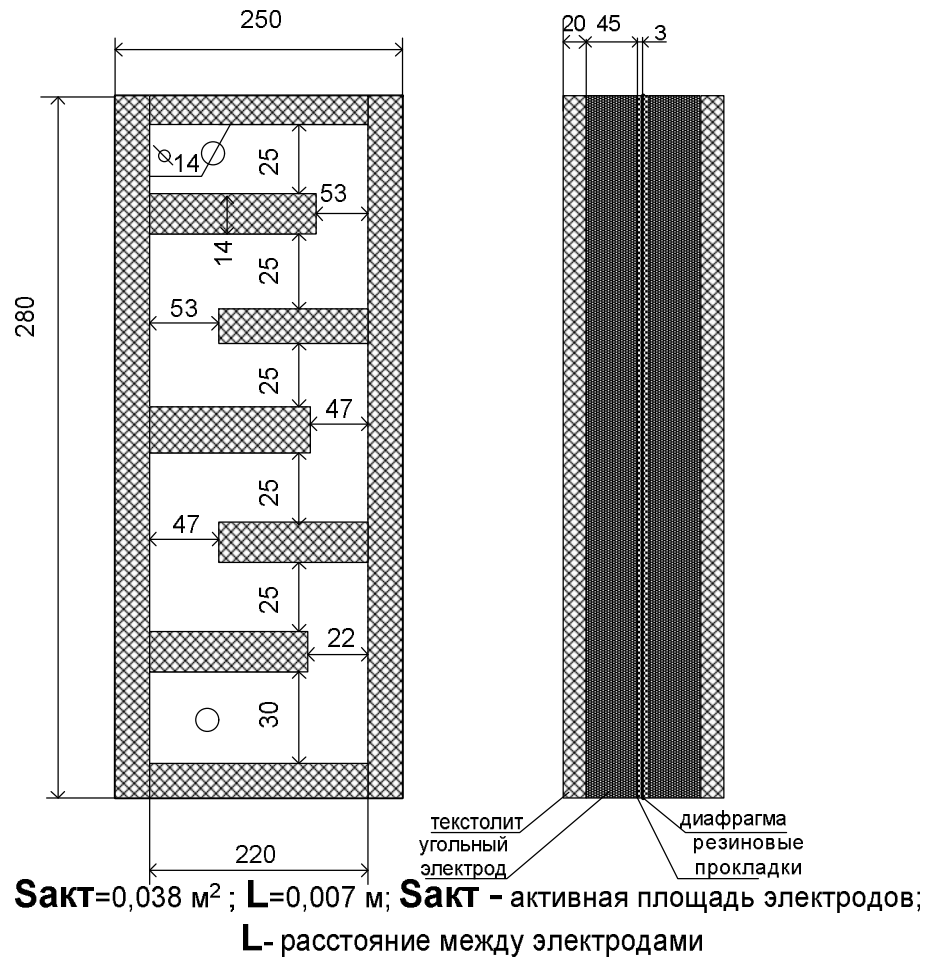


Рисунок 3.35- Конструкция макетного образца электроактиватора

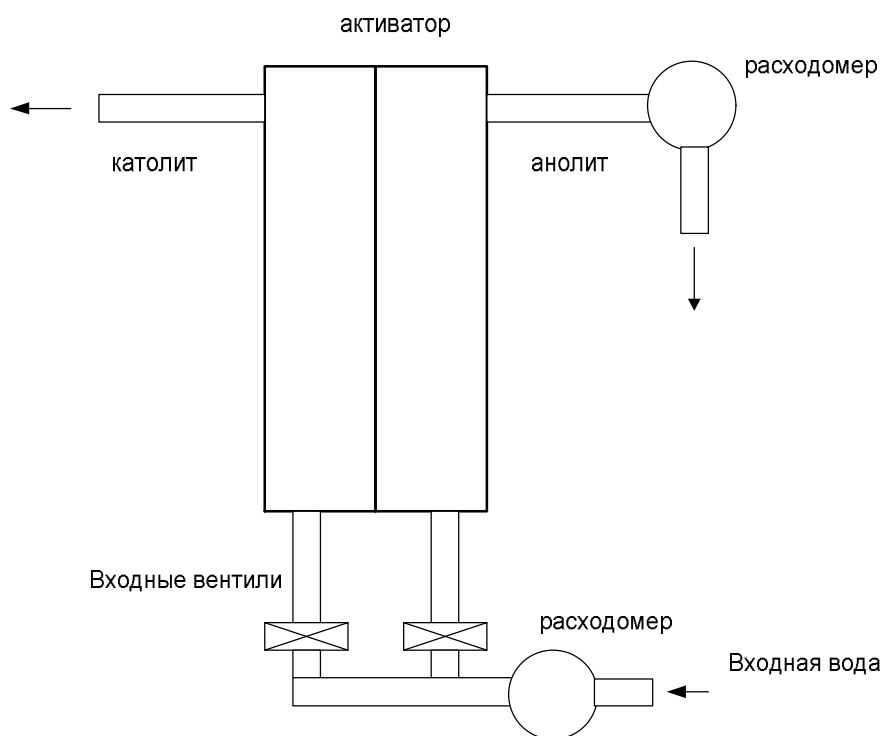


Рисунок 3.36 – Гидравлическая схема подключения электроактиватора.

Необходимые приборы по контролю электрических параметров и система управления были помещены в отдельный корпус (рис.3.37) и подключены по принципиальной электрической схеме (рис.3.38).

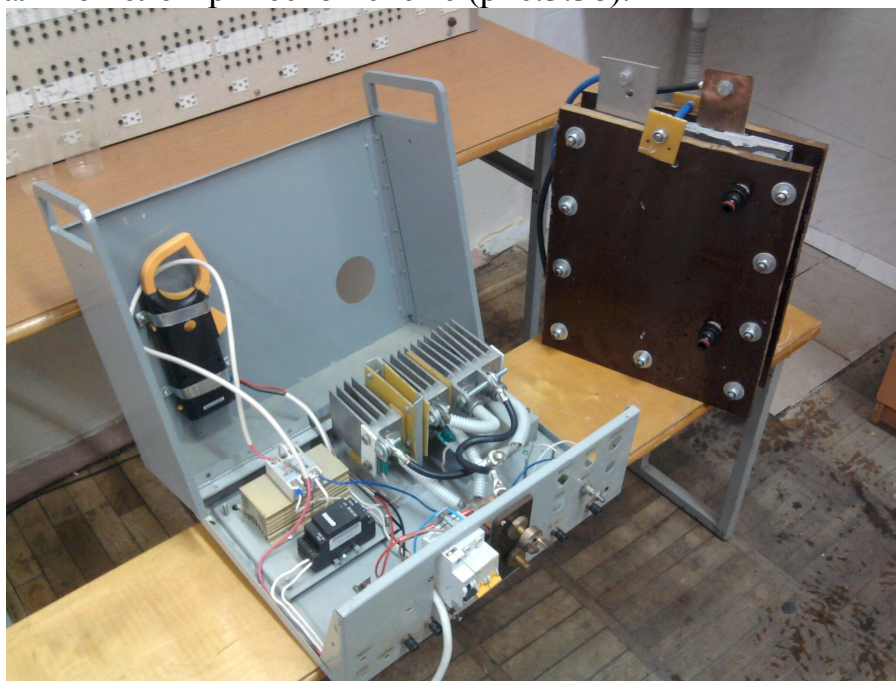


Рисунок 3.37- Макетный образец электроактиватора и система управления

С помощью выключателя SA1 производится подача напряжения на установку. Переменное напряжение 220 В поступает через твердотельное реле KA1 на выпрямительный мост UZ1. Выпрямленное напряжение подается на активатор A1. С помощью переключателя SA2 производится подача напряжения на блок питания UZ2, на выходе которого имеется переменный резистор R1. Переменным резистором R1 можно регулировать ток управления твердотельного реле KA1. Контроль тока и напряжения, поступающие на активатор производится амперметром PA1 и вольтметром PV1. Значения температуры жидкости определяются мультиметром с комплектной термопарой. Контроль водородного показателя определялся прибором И-500.

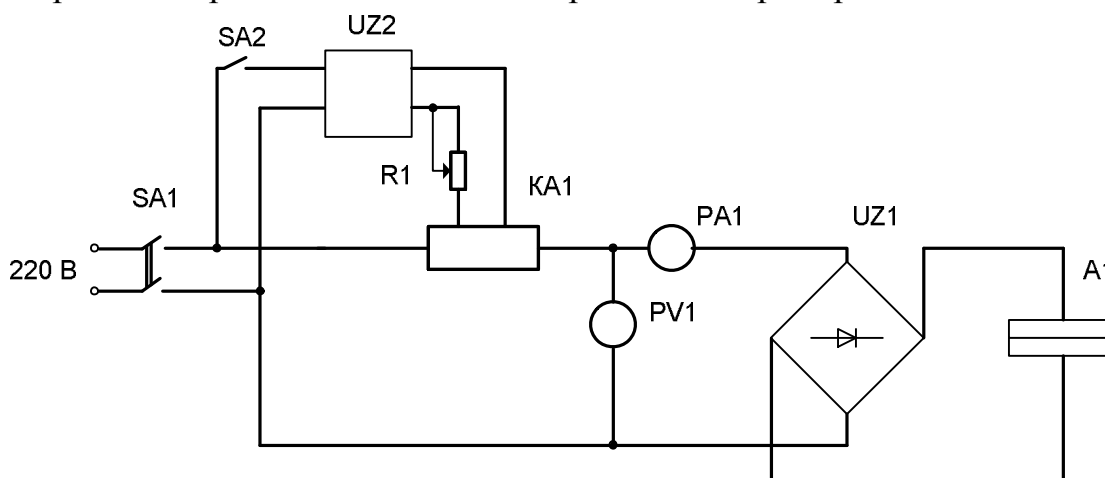


Рисунок 3.38.-Принципиальная электрическая схема экспериментальной установки

На основании экспериментальных данных построены графики изменения водородного показателя и температуры от времени при постоянной производительности и регулировании подаваемой мощности (рисунок 3.39).

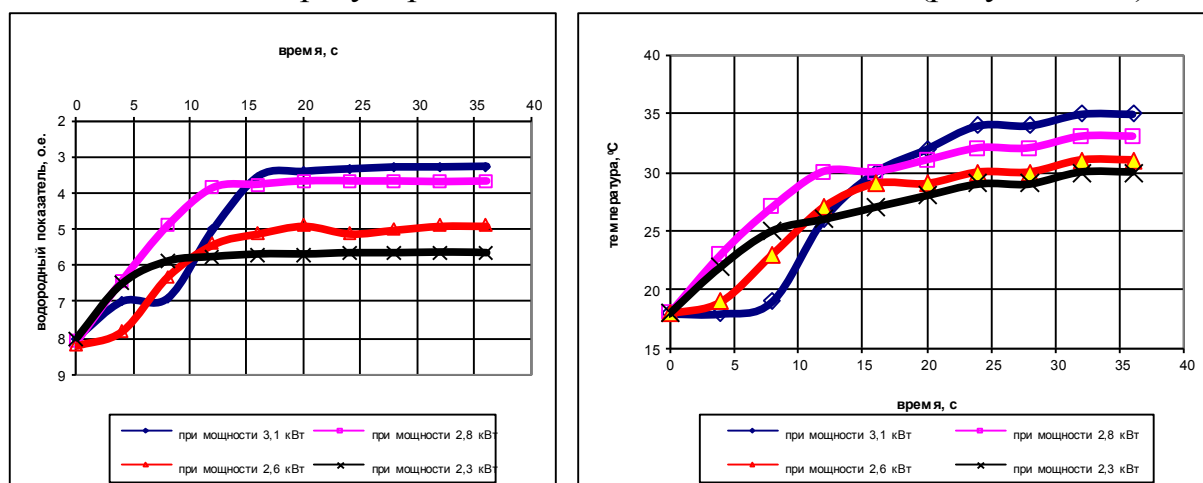


Рисунок 5 - График изменения водородного показателя и температуры на выходе от времени при различной подаваемой мощности

Анализ вида вольт-амперной характеристики и зависимостей сопротивления раствора от напряжения (рисунок 3.40) показывает, что сначала сопротивление падает, что закономерно и связано с повышением температуры, а затем увеличивается. Это можно объяснить появлением пузырьков газов – активно начинают проходить процессы первой фазы активации, связанной с появлением газообразного водорода и хлора.

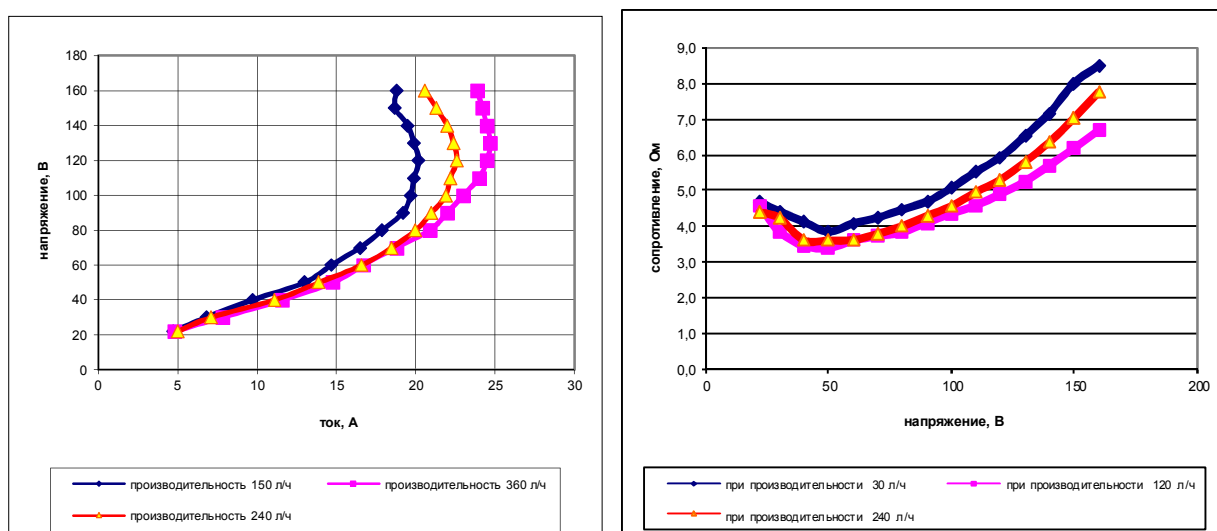


Рисунок 3.40 – Вольт-амперные характеристики и зависимость сопротивления раствора анолита от напряжения активатора при различных производительностях

### 3.4 Выводы

1. Разработаны технологические схемы для применения электротехноло-

гий в пчеловодстве в течение календарного года, позволяющие обосновать требования к системе автоматического управления микроклиматом в ульях для повышения медопродуктивности пчелиных семей.

2. Синтез функциональных схем блоков автоматической системы стабилизации электротехнологических параметров с использованием теории автоматического регулирования позволил получить структурные схемы, которые можно реализовать в широко используемых программных продуктах МАТ-ЛАБ, МВТУ.

3. Анализ функционирования автоматической системы стабилизации электротехнологических параметров с использованием пакета МВТУ позволил определить показатели качества управления, так для летнего периода в режиме лечения пчел, при поддержании концентрации озона в улье на уровне  $50 \text{ мг/м}^3$ , одновременном изменении количества подключаемых ульев и расхода корма, интервал динамической ошибки составил от  $+18,3$  до минус  $15 \text{ мг/м}^3$ , при этом диапазон изменения коэффициента перерегулирования находится в интервале от  $36,6 \%$  до минус  $30\%$ ; в случае изменения только расхода корма и 4-х обрабатываемых ульях интервал динамической ошибки составил от  $4$  до минус  $2,3 \text{ мг/м}^3$ , при изменении коэффициента перерегулирования - от  $8$  до минус  $4,6$ . Наиболее значительные отклонения концентрации озона в улье возникают при переключениях по количеству ульев – динамическая ошибка возрастает до значения  $51 \text{ мг/м}^3$ , следовательно можно рекомендовать отказаться переключать количество обрабатываемых ульев в процессе обработки, а делать это в технологические паузы.

4. Анализ функционирования автоматической системы стабилизации электротехнологических параметров с использованием пакета МВТУ позволил определить также показатели качества управления для весеннего периода (режим стимуляции развития) - при поддержании концентрации озона в улье на уровне  $2 \text{ мг/м}^3$ , одновременном изменении температуры наружного воздуха и расхода корма, интервал динамической ошибки составил от  $+0,1$  до минус  $0,3 \text{ мг/м}^3$ , при этом диапазон изменения коэффициента перерегулирования находится в интервале от  $6 \%$  до минус  $15,4\%$ .

5. На основе синтеза системы автоматического управления концентрацией озона в улье, разработана схема электрическая принципиальная электроозонатора, которая позволяет реализовывать все необходимые режимы работы с использованием программируемого контроллера.

6. В результате эксперимента была апробирована система автоматического управления концентрацией озона в улье. Один электроозонатор с системой автоматического управления концентрацией в улье может обрабатывать до 100 пчелиных семей с заданной концентрацией озона в улье. Посредством разветвленной пневмосистемы, установленной на пасеке, можно поочередно проводить обработку ульев с пчелами, при этом концентрация озона в улье будет практически постоянной, динамическая ошибка и коэффициент перерегулирования не превышают допустимого значения, что является необходимым условием для качественного лечения пчел.

7. Для профилактики и исследования варроатоза пчел разработана



технология обработки пчелиных семей водным раствором озона. Акарицидная эффективность растворенного в анолите озона при лечении варроатоза пчел составляет 97,2%. Результаты исследований защищены 3 патентами на способы борьбы с варроатозом пчел: №2324242; №2430511; №2357412. Генератор электроактивированных растворов озона для борьбы с варроатозом пчёл должен обладать параметрами необходимыми для приготовления анолита, со значениями рН от 6 до 2 и озона с концентрацией озона в растворе от 50 мг/л до 200 мг/л.

8. Выведена аналитическая зависимость для определения значения водородного показателя активатора от его конструктивных, режимных параметров, а также от характеристик проходящей жидкости. В качестве режимных параметров введены - напряжение, производительность, постоянная времени по водородному показателю и удельное сопротивление смеси жидкости-газа в камере; регулировку и поддержание выходного значения водородного показателя необходимо проводить по напряжению и с учетом их квадратичной зависимости. Анализ экспериментальных данных позволяет сделать вывод о возможности расчетов степени активации по полученным формулам как по анолиту так и по католиту. Разработана схема управления режимами работы электроактиватора, учитывающая возможности как ручного, так и автоматического управления.

## Заключение

1. В сельскохозяйственном производстве одним из комплексных показателей оценки производительности труда является рентабельность производства или рентабельность труда. Получена формула для оценки рентабельности труда в пчеловодстве, учитывающая цену и себестоимость единицы продукции, среднее количество и медопродуктивность пчелиных семей, среднюю численность занятых в производстве, все виды дотаций и денежных затрат.

2. Предложена формула для определения рентабельности труда в пчеловодстве с учетом количества медосборов, сложившейся цены на данный сорт меда, количества обслуживаемых пчелиных семей, средней медопродуктивности пчелиной семьи при медосборе на конкретном медоносе, постоянных и переменных издержек производства. Получена целевая функция оптимизации рентабельности труда в пчеловодстве, анализ которой на примере пчеловодства в Краснодарском крае показал, что при трехразовой качке меда за сезон рентабельность труда составила 4250 дол/чел., а при четырехразовой качке – 5000 дол/чел.

3. Предложено ввести в пчеловодстве 4 уровня автоматизации и механизации основных технологических процессов, для которых соответственно оптимальная рентабельность труда составляет: 10000 долл./чел., 20000 долл./чел., 30000 долл./чел., 40000 долл./чел. Введено понятие затратности, связанное с автоматизацией и механизацией основных производственных процессов и которое определяется как обратная величина рентабельности.

4. Поиск оптимального решения целевой функции и оптимальных значений ее параметров, проведенный по специальному приложению MS EXCEL итерационным способом на основе метода Ньютона показал, что для 1-го уровня автоматизации и механизации основных технологических процессов оптимальное значение нормы обслуживания одного пчеловода составляет 132 пчелиной семьи, при уровне затратности производства равном 0,66. Аналогично были получены оптимальные значения и для других уровней автоматизации и механизации: 2 уровень – норма обслуживания 375 шт/чел., при затратности 1,88; 3-й уровень – 891 шт/чел., при затратности 4,46; 4-й уровень – 1576 шт/чел., при затратности 7,88.

5. Получены уравнения для расчета тепловых потерь через стенки улья и при удалении из улья, обогащенного парами воды воздуха. Построены графики зависимости тепловых потерь в улье от температуры наружного воздуха и его относительной влажности, из которых видно, что при изменении температуры наружного воздуха от -15 до 8°C и изменении влажности наружного воздуха от 60 до 100% потери уменьшаются от 4-5 Вт до 0,2-0,4 Вт. На вид таких характеристик также оказывает влияние температура внутри клуба пчел. Установлено, что изменение температуры внутри клуба  $\pm 4^\circ\text{C}$  приводит к изменению тепловых потерь при температуре наружного воздуха  $-15^\circ\text{C}$  -  $\pm 1$  Вт, а при температуре  $5^\circ\text{C}$  -  $\pm 0,5$  Вт. Полученные зависимости справедливы для зимнего (спокойного) состояния пчел, когда они находятся

в клубе.

6. Используя метеоданные по Краснодарскому краю за 2011 год по трем весенним месяцам и полученные формулы, были определены следующие параметры: расход корма по месяцам без обогрева, расходы корма с обогревом и обогревом с озонированием, затраты электрической энергии, экономия кормовых запасов. В соответствии с предлагаемой технологией обработки пчел озоном, проводить ее, с целью стимуляции развития и уничтожения вредных микроорганизмов, рекомендуется в апреле месяце. Электроподогрев должен вестись в течение всех трех весенних месяцев. Применение совокупности электротехнологических методов дает возможность увеличить степень развития пчелиных семей в весенний период в два раза и как следствие, увеличить в четыре раза медопродуктивность одной семьи в первую качку меда.

7. Расчеты по рентабельности труда в пчеловодстве с использованием электротехнологий показали, что данный показатель увеличивается в два раза, например в Краснодарском крае, при внедрении электротехнологии и 4-х разовой качке меда за сезон, рентабельность увеличилась с 4550 до 8832 дол/чел.

8. Получена математическая модель влияния температуры меда в диапазоне от 20 до 30 оС, и влажности меда в диапазоне от 17 до 21 % на начальную скорость вращения центрифуги. Обоснован рациональный режим работы электропривода центрифуги для откачки меда, включающий откачку медовых рамок в 3 этапа. Для каждого из этапов обоснована частота вращения барабана центрифуги с учетом температуры и влажности откачиваемого меда. Результаты исследований могут быть использованы для построения нагрузочной диаграммы и правильного выбора электродвигателя, а также для программирования микроконтроллера реализующего рациональный режим регулируемого электропривода центрифуги для откачки меда.

9. Синтез функциональных схем блоков автоматической системы стабилизации электротехнологических параметров с использованием теории автоматического регулирования позволил получить структурные схемы, которые можно реализовать в широко используемых программных продуктах МАТЛАБ, МВТУ.

10. Анализ функционирования автоматической системы стабилизации электротехнологических параметров с использованием пакета МВТУ позволил определить показатели качества управления, так для летнего периода в режиме лечения пчел, при поддержании концентрации озона в улье на уровне 50 мг/м<sup>3</sup>, одновременном изменении количества подключаемых ульев и расхода корма, интервал динамической ошибки составил от +18,3 до минус 15 мг/м<sup>3</sup>, при этом диапазон изменения коэффициента перерегулирования находится в интервале от 36,6 % до минус 30%; в случае изменения только расхода корма и 4-х обрабатываемых ульях интервал динамической ошибки составил от 4 до минус 2,3 мг/м<sup>3</sup>, при изменении коэффициента перерегулирования - от 8 до минус 4,6. Наиболее значительные отклонения концентрации озона в улье возникают при переключениях по количеству ульев – динамиче-

ская ошибка возрастает до значения 51 мг/м<sup>3</sup>, следовательно можно рекомендовать отказаться переключать количество обрабатываемых ульев в процессе обработки, а делать это в технологические паузы.

11. Анализ функционирования автоматической системы стабилизации электротехнологических параметров с использованием пакета МВТУ позволил определить также показатели качества управления для весеннего периода (режим стимуляции развития) - при поддержании концентрации озона в улье на уровне 2 мг/м<sup>3</sup>, одновременном изменении температуры наружного воздуха и расхода корма, интервал динамической ошибки составил от +0,1 до минус 0,3 мг/м<sup>3</sup>, при этом диапазон изменения коэффициента перерегулирования находится в интервале от 6 % до минус 15,4%. На основе синтеза системы автоматического управления концентрацией озона в улье, разработана схема электрическая принципиальная электроозонатора, которая позволяет реализовывать все необходимые режимы работы с использованием программируемого контроллера.

12. На основании теоретических и экспериментальных исследований доказано, что при использовании электрообогрева и электроозонирования с заданными параметрами повышается интенсивность весеннего развития пчелиных семей на 40%, а средняя медопродуктивность на 30%. При этом урожай майского меда с белой акации повышается на 100%. Защищено 3-мя патентами РФ на изобретения: №2185319; №2198134; №2237126.

13. В результате эксперимента была апробирована система автоматического управления концентрацией озона в улье. Один электроозонатор с системой автоматического управления концентрацией в улье может обрабатывать до 100 пчелиных семей с заданной концентрацией озона в улье. Посредством разветвленной пневмосистемы, установленной на пасеке, можно поочередно проводить обработку ульев с пчелами, при этом концентрация озона в улье будет практически постоянной, динамическая ошибка и коэффициент перерегулирования не превышают допустимого значения, что является необходимым условием для качественного лечения пчел.

14. Для профилактики и исследования варроатоза пчел разработана технология обработки пчелиных семей водным раствором озона. Акарицидная эффективность растворенного в анолите озона при лечении варроатоза пчел составляет 97,2%. Результаты исследований защищены 3 патентами на способы борьбы с варроатозом пчел: №2324242; №2430511; №2357412. Генератор электроактивированных растворов озона для борьбы с варроатозом пчел должен обладать параметрами необходимыми для приготовления анолита, со значениями рН от 6 до 2 и озона с концентрацией озона в растворе от 50 мг/л до 200 мг/л.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алиев З. Г. Структура и механизм разряда и процессы образования озона в озонаторах / З. Г. Алиев, Ю. М. Емельянов, В. Г. Бабаян // Изв. АН СССР. Сер. Неор. Химия. – 1967. – № 11. – С. 2940.
2. Багиров М. А. Исследование электрического разряда в воздухе между электродами, покрытыми диэлектриками / М. А. Багиров, М. А. Курбанов А. В. Шкилев // Журнал техн. физики. – 1971. – Т. 41. – Вып. 6. – С. 1287–1291.
3. Барбарович Ю.К. Ульи, пчелы и электрическое поле / Барбарович Ю.К. // В чудесном мире пчел. – Лениздат, 1988. – 254 с.
4. Бахир В.М., и др.Задорожний Ю.Г., Леонов Б.И., Паничева С.А., Прилуцкий В.И./ В.М. Бахир, Ю.Г. Задорожний, Б.И. Леонов, С.А. Паничева, В.И. Прилуцкий. Электрохимическая активация: очистка воды и получение полезных растворов//Под ред. В.М. Бахира.- Изд-во «Маркетинг Саппорт сервисиз», 2001, 175 с.
5. Бахир В.М. и др. Эффективность и безопасность химических средств для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации / В.М.Бахир, В.И.Вторенко, Б.И.Леонов, С.А.Паничева, В.И.Прилуцкий, Н.Ю. Шомовская //«Дезинфекционное дело», 2003, №1.
6. Блинов И.В. Исследование характеристик источников питания озонаторов на основе математических моделей / Блинов И.В., Кузнецов К.Ю., Сосновский Д.А. // Вестник УГАТУ. – 2008. – Т. 10, вып. 1. – С. 161–165.
7. Богдан А. В. Анализ конструкций озонаторов/ А. В. Богдан, И. А. Заболотная, Р. С. Шхалахов // Энергосберегающие технологии и процессы в АПК: материалы межвузовской научной конференции / Кубан. гос. агр. ун-т. – Краснодар, 2003. – С. 34–36.
8. Бойценюк Л. И. Эпибрассинолид и развитие пчелиной семьи / Л. И. Бойценюк, С. В. Антимиров // Пчеловодство. – 2000. – № 8. – С. 19–20.
9. Бойценюк Л. И. Эпибрассинолид: результаты и перспективы / Л. И. Бойценюк // Пчеловодство. – 2001. – № 3. – С. 35–36.
- 10.Бойценюк Л. И. Новый прием увеличения массы маток и трутней / Л. И. Бойценюк, Н. В. Малиновский // Пчеловодство. – 2001. – № 1. – С.19–21.
- 11.Болезни и вредители медоносной пчелы: справочник / О. Ф. Гробов, А. М. Смирнов, Е. Т. Попов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 335 с.
- 12.Болотской Е. Н. Новые технологии дезинфекции и лечения болезней пчел / Е. Н. Болотской // Пчеловодство. – 2001. – № 4. – С. 3–32.
- 13.Болотской Е. Н. Пчелы в окружении микробов / Е. Н. Болотской, В. М. Бахир, А. М. Кожемякин // Пчеловодство. – 2002. – № 3. – С. 25–28 .
- 14.Булатов Н. К. Термодинамика необратимых физико-химических процессов / Н. К. Булатов, А. Б. Лундин. – М.: Химия, 1984. – 334 с.
- 15.Вигдорович В. Н. Проблемы озонпроизводства и озонобработки и создание озоногенераторов второго поколения / В. Н. Вигдорович, Ю. А. Исправников, Э. А. Нижаде-Гавиани. – М.: Шатура, 1994. – 112 с.

16. Виноградова Т.В. Пчела и здоровье человека / Виноградова Т.В., Зайцева Г.П. – изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1966. – 289 с.
17. Галеева Д. В. Расчет начальных и разрядных напряжений газовых промежутков / Д. В. Галеева, М. В. Соколова. – М.: Энергия, 1977. – 200 с.
18. Гребнев В. В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы «Atmel» / В. В. Гребнев – М.: ИП Радио Софт, 2002. – 176 с.
19. Газодинамические функции реальных газов: Справочник / А. М. Шехтман. – М.: Энергоатом, 1988. – 175 с.
20. Данилин В. В. Исследование эффективности частотно-импульсного питания озонаторов / В. В. Данилин, Н. В. Жуков, М. П. Кокурин // Высоковольтная и преобразовательная техника и системы управления электротехническим и энергетическим оборудованием: сб. науч. тр. / Гос. науч. центр РФ; Электротехнический ин-т. – М., 1996. – С. 21–27.
21. Джарвис Д.С. Мёд и другие естественные продукты / Джарвис Д.С. – Бухарест: Апимондия, 1985. – 71 с.
22. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: учебник / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
23. Емельянов Ю. М. Электрическая теория озонаторов / Ю. М. Емельянов, Ю. В. Филиппов // Журнал физической химии. – 1959. – Т. 33. – Вып. 5. – С. 1042–1046.
24. Емельянов Ю. М. Электросинтез озона / Ю. М. Емельянов, Ю. В. Филиппов // Журнал физической химии. – 1962. – Т. 33. – Вып. 9. – С. 2263–2267.
25. Еськов Е. К. Микроклимат пчелиного жилища / Е. К. Еськов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 191 с.
26. Еськов Е. К. Экология медоносной пчелы / Е. К. Еськов. – Рязань: Русское слово, 1995. – 392 с.
27. Забоенко А.С. Все о пчеловодстве. Практические советы пчеловодам / Забоенко А.С. – Донецк: ПКФ «БАО», 2001 – 352 с.
28. Закон Ивановской области «О пчеловодстве» от 19 декабря 2007 г. № 197-оз: принят Ивановской областной думой 29.11.2007. – 2007. – 5 с.
29. Закон Краснодарского края о пчеловодстве №760-кз: принят Законодательным Собранием Краснодарского края 19.11.2003. – 2003. – 14 с.
30. Закон Нижегородской области «О Пчеловодстве» от 25 сентября 2008 г. № 120-З: принят постановлением ОЗС от 25.09.2008. – 2008. – 8 с.
31. Закон Республики Башкортостан «О пчеловодстве» от 1 октября 2004 г. №103-з: принят Государственным Собранием – Курултайем – РБ 23.09.2004. – 2004. – 11 с.
32. Закон Ставропольского края «О пчеловодстве» от 7 июля 2008 г. №38-кз: принят Государственной Думой СК 26.06.2008. – 2008. – 7 с.
33. Инструкция пользования программных комплексов «Моделирование в технических устройствах» (ПК «МВТУ», версия 3.5) / О.С. Козлов, Д.Е. Кондаков, Л.М. Скворцов и др. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 31.
34. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 года: в 9 т. [Электронный ресурс]. – Электрон. Дан. – Федеральная служба гос. статисти-

стики, 2006.— Режим доступа: <http://www.gks.ru/news/perepis2006/totals-osn.htm>.

35.Йориш Н.П. Пчелы – человеку / Йориш Н.П. – изд. Наука, 1974. – 184 с.

36.Кирко И. М. Математическая модель барьерного электрического озонатора в гидродинамическом приближении / И. М. Кирко, В. А. Кузнецов // Физические проблемы технологии : сб. науч. тр.; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 1999. – № 2. – С. 25–31.

37. Краснощеков Н.В. Инновационное развитие сельскохозяйственного производства России/ Н.В. Краснощеков.-М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2009.-388 с.

38.Кривцов Н. И. Пчеловодство / Н. И. Кривцов, В. И. Лебедев, Г. М. Туников. – М.: Колос, 1999. – 399 с.

39.Ксенз Н. В. Исследование процесса генерирования озона при коронном разряде / Н. В. Ксенз, О. В. Рудик // Механизация и электрификация производственных процессов в животноводстве: сб. науч. тр. // ВНИПТИМЭСХ. – зерноград, 1969. – С. 115–119.

40.Ксенз Н. В. Оптимизация коронных озонаторов / Н. В. Ксенз // Механизация и электрификация производственных процессов в животноводстве: сб. науч. тр. / ВНИПТИМЭСХ. – зерноград, 1987. – 164 с.

41.Ксенз Н. В. Использование электроозонированного воздуха в сельскохозяйственном производстве / Н. В. Ксенз, И. Ф. Бородин // Техника в сел. хоз.-ве. – 1993. – № 3. – С. 13–14.

42.Кузмичёв В. Е. Применение лазеров в пчеловодстве / В. Е. Кузмичёв // Пчеловодство. – 1995. –№ 5. – С. 17–18.

43.Кузнецов В.А. Теория и математическая модель гидродинамических и электрических процессов при интенсивных режимах озонирования / Кузнецов В.А. // Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. – М: МГУ - ПГУ, 2005. – 244 с.

44.Кузьмина К.А. Лечение пчелиным медом и ядом / Кузьмина К.А. – изд. 10-е. - Саратовский университет, 1988. – 96 с.

45.Лавренова Г.В. Медовая аптека / Лавренова Г.В. – М.: Астрель-СПБ, 2007. – 383 с.

46. Лебедев В.И. Теоретические и практические аспекты технологии производства продуктов пчеловодства: Автореф. дис... д-ра с. — х. наук. — М., 1993.-48 с.

47. Лебедев В.И., Прокофьева Л.В., Малькова С.А. Организация оплаты труда в пчеловодческих хозяйствах/ В.И.Лебедев, Л.В.Прокофьева, С.А. Малькова.— Рыбное, 2008.-49 с.

48.Лучкин С. П. Расчет выхода озона при коронном разряде / С. П. Лучкин // Механизация и электрификация производственных процессов в животноводстве : сб. науч. тр. / ВНИПТИМЭСХ. – зерноград, 1987. – 164 с.

49.Манапов А.Г. Аэроионизация – микроклимат зимовника – качество зимовки / Манапов А.Г., Деменьтьев Е.П. // Пчеловодство. – 1994. – №4. – С. 8-10.

50. Матус В. К. Структурно-модифицирующее воздействие озона на плазматические мембраны / В. К. Матус, А. М. Мельникова, Н. М. Окунь // Вести Академии наук Белорусской ССР: сб. науч. тр. / АН БССР. – № 1. – Минск, 1980. – С. 258–261.

51. Мегедь А.Г. Пчеловодство / Мегедь А.Г., Полищук В.П. – К: Выща. шк. Головное изд-во, 1990. – 325 с.

52. Мерщев В. М. Европейский гнилец и варроатоз: изыскание средств борьбы / Мерщев В.М. // Пчеловодство. – 1994. – №4. – С. 22–25.

53. Методы классической и современной теории автоматического управления: Т.1. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / под ред. К.А. Пункова, Н.Д. Егунова. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 655 с.

54. Миронюк С.М. Заготовка продуктов пчеловодства / Миронюк С.М. – М.: изд. Центрсоюза, 1957. – 188 с.

55. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. - М.: Минсельхозпром России, 1998. – 220 с.

56. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. – М.: Информэлектро, 1994. - 141 с.

57. Монастырский О.А. и др. Влияние токсинообразующих видов грибов и микотоксинов на физиологические свойства зерна высокопродуктивных сортов пшеницы./О.А. Монастырский, Е.В. Кузнецова, Л.В. Свирелис, Т.Г. Стрелкова, Е.А. Ефременко, Н.Н. Алябьева //Наука Кубани, 2007, №3.-С.27-32.

58. Нормов Д.А. Электроозонные технологии в семеноводстве и пчеловодстве. / Нормов Д.А. // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Краснодар: ФГОУ ВПО КГАУ, 2009. – 283 с.

59. Овсянников Д.А. Анализ факторов дестабилизирующих производительность электроозонатора для обработки пчел / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. – В кн.: Материалы IV Российской научно-практической конференции «Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе». – Ставрополь, 2007. – 6 с.

60. Овсянников Д.А. Анализ энергетических процессов в системах электроозонирования, применяемых в АПК / Овсянников Д.А., Нормов Д.А., Николаенко С.А., Шмагайло С.А. – В кн.: Материалы III Российской научно-практической конференции «Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе». – Ставрополь, 2005. – 12 с.

61. Овсянников Д.А. Влияние нагрева разрядного устройства на параметры электроозонатора для обработки пчел / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. – В кн.: Материалы международной научно-практической конференции «Основы достижения устойчивого развития сельского хозяйства». – ВГСХА Волгоград, 2006. – 9 с.

62. Овсянников Д.А. Влияние озона на параметры внутриульевого микроклимата / Овсянников Д.А. – В кн.: Материалы Российской научно-



практической конференции «Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе». – Ставрополь, 2003. – 3 с.

63. Овсянников Д.А. Влияние профиля диэлектрических пластин на параметры разрядного устройства электроозонатора / Овсянников Д.А., Нормов Д.А. – В кн.: Материалы международной научно-практической конференции «Новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона». – Ставрополь, 2006. – 4 с.

64. Овсянников Д.А. Влияние температуры диэлектрических барьеров на производительность электроозонатора / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. – В кн.: Материалы международной научно-практической конференции «Новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона». – Ставрополь, 2006. – 8 с.

65. Овсянников Д.А. Влияния частоты тока на коэффициент мощности разрядного устройства электроозонатора / Овсянников Д.А., Николаенко С.А., Волошин А.П. – В кн.: Материалы пятой Всероссийской конференции «Энерго- и ресурсосберегающие технологии и установки». – Краснодар, 2007 г. – 7 с.

66. Овсянников Д.А. Использование технологии озонобработки для повышения эффективности производства пчелопакетов на Кубани / Овсянников Д.А. – В кн.: Материалы международной научно-практической конференции «Основы достижения устойчивого развития сельского хозяйства». – ВГСХА Волгоград, 2004. – 4 с.

67. Овсянников Д.А. Исследование влияния концентрации озона, экспозиции и периодичности обработок на интенсивность весеннего роста пчелиных семей / Овсянников Д.А., Снитко А.В. – В кн.: Материалы межвузовской научной конференции факультетов механизации, энергетики и электрификации «Энергосберегающие технологии и процессы в АПК». – Краснодар: КГАУ, 2003. – 16 с.

68. Овсянников Д.А. Комплексное применение электроозонирования в пчеловодстве / Овсянников Д.А. – В кн.: Материалы шестой региональной научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». – Краснодар: КГАУ, 2004. – 2 с.

69. Овсянников Д.А. Лечение пчел от колибактериоза озонированием улья / Овсянников Д.А., Николаенко С.А., Зубович С.С. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – №11. – 2008. – 2 с.

70. Овсянников Д.А. Лечение пчел от колибактериоза озонированием улья / Овсянников Д.А., Духин Н.С., Горячий И.В. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – №12. – 2008. – 3 с.

71. Овсянников Д.А. Математическая модель нагрева разрядного устройства электроозонатора / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. – В кн.: Материалы пятой Всероссийской конференции «Энерго- и ресурсосберегающие технологии и установки». – Краснодар, 2007. – 4 с.

72. Овсянников Д.А. Обоснование параметров электроозонатора для стабилизации концентрации озона в улье / Овсянников Д.А., Николаенко С.А., Зубович С.С. // Труды КГАУ. – Краснодар, 2008 г. – Вып. №1. – 12 с.

73. Овсянников Д.А. Озонирование как метод стимуляции весеннего развития пчелиных семей / Овсянников Д.А. – Краснодар: КГАУ, 2007. – 152 с.: ил.

74. Овсянников Д.А. Особенности качественного озонирования пчелиных семей / Овсянников Д.А., Зубович С.С., Волошин А.П. – В кн.: Материалы пятой Всероссийской конференции «Энерго- и ресурсосберегающие технологии и установки». – Краснодар, 2007. – 12 с.

75. Овсянников Д.А. Оценка экономической эффективности использования озонобработки для повышения медопродуктивности пчел / Овсянников Д.А., Заболотная И.А. – В кн.: Материалы межвузовской научной конференции факультетов механизации, энергетики и электрификации «Энергосберегающие технологии и процессы в АПК». – Краснодар: КГАУ, 2003. – 2 с.

76. Овсянников Д.А. Параметры озонирования для повышения эффективности производства продуктов пчеловодства / Овсянников Д.А., Зубович С.С., Волошин А.П. – В кн.: Материалы второй международной научно-практической конференции «Основы достижения устойчивого развития сельского хозяйства». – ВГСХА Волгоград, 2008. – 11 с.

77. Овсянников Д.А. Повышение энергетической эффективности систем электроозонирования пчелиных семей / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. – В кн.: Материалы международной научно-практической конференции «Основы достижения устойчивого развития сельского хозяйства». – ВГСХА Волгоград, 2006. – 4 с.

78. Овсянников Д.А. Повышение энергетической эффективности электроозонаторов / Овсянников Д.А., Нормов Д.А. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – №11. – 2004. – 2 с.

79. Овсянников Д.А. Повышение эффективности систем электроозонирования, применяемых в АПК / Овсянников Д.А., Гайнулин М.Б., Николаенко С.А. // Энергосберегающие технологии, оборудование и источники электропитания для АПК / Сборник трудов КГАУ. – Краснодар, 2006. – 5 с.

80. Овсянников Д.А. Применение озона для борьбы с аскосферозом и стимуляции весеннего развития пчелиных семей / Овсянников Д.А. – В кн.: Материалы межвузовской научной конференции «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». – Зерноград, 2003. – 2 с.

81. Овсянников Д.А. Применение озона для повышения товарного медосбора на Кубани / Овсянников Д.А., Нормов Д.А. – В кн.: Материалы межвузовской научной конференции «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». – Зерноград, 2004. – 3 с.

82. Овсянников Д.А. Применение озона для стимуляции весеннего развития пчелиных семей. / Овсянников Д.А., Нормов Д.А. – В кн.: Материалы четвертой региональной научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». – Краснодар: КГАУ, 2002. – 2 с.

83. Овсянников Д.А. Применение озонирующих устройств в пчеловодстве / Овсянников Д.А., Нормов Д.А. – В кн.: Материалы третьей региональной научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». – Краснодар: КГАУ, 2001. – 2 с.

84. Овсянников Д.А. Применение систем электроозонирования для повышения эффективности производства продуктов пчеловодства / Овсянников Д.А. – В кн.: Материалы восьмой региональной научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». – Краснодар: КГАУ, 2006. – 2 с.

85. Овсянников Д.А. Применение электроозонаторов в пчеловодстве / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. – В кн.: Материалы IV Российской научно-практической конференции «Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе». – Ставрополь, 2007. – 6 с.

86. Овсянников Д.А. Применение электроозонаторов для повышения эффективности производства продуктов пчеловодства / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. – В кн.: Материалы международной научно-практической конференции «Новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона». – Ставрополь, 2006. – 7 с.

87. Овсянников Д.А. Применение электроозонирования в пчеловодстве для дезинфекции, дезинсекции и дератизации сотохранилищ / Овсянников Д.А., Лисицын В.В., Антонов С.И. – В кн.: Материалы III Российской научно-практической конференции «Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе». – Ставрополь, 2005. – 9 с.

88. Овсянников Д.А. Применение электроозонирования в пчеловодстве для дезинфекции и, дезинсекции сотохранилищ / Овсянников Д.А., Лисицын В.В. – В кн.: Материалы межвузовской научной конференции «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». – Зерноград, 2005. – 4 с.

89. Овсянников Д.А. Регулирование параметров электроозонатора для стабилизации режимов озонирования пчелиных семей / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. – В кн.: Материалы международной научно-практической конференции «Основы достижения устойчивого развития сельского хозяйства». – ВГСХА Волгоград, 2006. – 6 с.

90. Овсянников Д.А. Режимы озонирования для лечения колибактериоза пчел / Овсянников Д.А. – В кн.: Материалы второй международной научно-практической конференции «Основы достижения устойчивого развития сельского хозяйства». – ВГСХА Волгоград, 2008. – 11 с.

91. Овсянников Д.А. Способ борьбы с аскоферозом пчел / Овсянников Д.А., Нормов Д.А., Лисицын В.В. – В кн.: Материалы четвертой региональной научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». – Краснодар: КГАУ, 2003. – 4 с.

92. Овсянников Д.А. Стабилизация параметров обработки пчелиных семей озоном / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – №8. – 2007. – 2 с.

93. Овсянников Д.А. Стабилизация параметров озонирования пчелиных семей путем регулирования производительности озонатора в зависимости от температуры наружного воздуха / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. – В кн.: Материалы IV Российской научно-практической конференции «Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе». – Ставрополь, 2007. – 13 с.

94. Овсянников Д.А. Система стабилизированного озонирования ульев для профилактики и лечения бактериозов пчел: монография Д.А. Овсянников, С.А. Николаенко; КубГАУ.- Краснодар, 23013.- 144 с.

95. Овсянников Д.А. Экспериментальное исследование влияние параметров питающего напряжения на температуру диэлектрических барьеров малогабаритного электроозонатора пластинчатого типа / Овсянников Д.А. – В кн.: Материалы межвузовской научной конференции «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». – Зерноград, 2004. – 4 с.

96. Овсянников Д.А. Экспериментальное исследование влияния профиля диэлектрических пластин на характеристики разрядного устройства электроозонатора / Овсянников Д.А., Нормов Д.А., Шхалахов Р.С. – В кн.: Материалы II международной научно-практической конференции «Современные научные достижения-2006». – Белгород, 2006. – 5 с

97. Овсянников Д.А. Экспериментальное исследование усовершенствованной конструкции разрядного устройства системы озонирования пчелиных семей / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. – В кн.: Материалы международной научно-практической конференции «Основы достижения устойчивого развития сельского хозяйства». – ВГСХА Волгоград, 2006. – 12 с.

98. Овсянников Д.А. Электроозонаторы в пчеловодстве / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. – В кн.: Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы развития аграрного сектора региона». – Курск, 2006. – 8 с.

99. Овсянников Д.А. Электротехнологии в пчеловодстве / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. – В кн.: Материалы шестой южно-российской конференции «Энерго- и ресурсосберегающие технологии и установки». – Краснодар, 2006. – 4 с.

100. Овсянников Д.А. Энергетические процессы в системах электроозонирования пчелиных семей / Овсянников Д.А., Николаенко С.А. – В кн.: Материалы пятой Всероссийской конференции «Энерго- и ресурсосберегающие технологии и установки». – Краснодар, 2007. – 6 с.

101. Овсянников Д.А., Хорошунов Н.Г. Экологически чистые и энергоэффективные методы повышения производительности труда в пчеловодстве / Д.А. Овсянников, Н.Г. Хорошунов // Новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона. 4-я Российской научн.-практич. Конф. Сб. научн. Трудов.: Ставрополь, 2010.- С.71-73.

102. Овсянников Д.А., Хорошунов Н.Г. Экспериментальные исследования влияния температуры и влажности меда на начальную скорость вращения центрифуги / Д.А. Овсянников, Н.Г. Хорошунов // Новые технологии в

сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона. 4-я Российской научн.-практич. Конф. Сб. научн. Трудов.: Ставрополь, 2010.- С.73-79.

103. Овсянников Д.А., Хорошунов Н.Г. Экологически чистые методы повышения производительности труда в пчеловодстве /Н.Г. Хорошунов, Д.А. Овсянников// Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность; Вып. № 1-2 (4-5)-Краснодар, 2010.- С. 134-136.

104. Овсянников Д.А., Хорошунов Н.Г. Техничко-экономическое обоснование применения электропривода центрифуги для откачки меда с рациональным режимом работы/ Д.А. Овсянников, Н.Г. Хорошунов//Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс].- Краснодар: КубГАУ, 2011.- №01(65).- Шифр Информрегистра: 0421100012/2011.- Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/01/11>.

105. Овсянников Д.А., Хорошунов Н.Г. Методика и результаты экспериментальных исследований обоснования параметров рационального режима работы электропривода центрифуги для откачки меда/ Д.А. Овсянников, Н.Г. Хорошунов//Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс].- Краснодар: КубГАУ, 2011.- №01(65).- Шифр Информрегистра: 0421100012/2011.- Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/01/12>.

106. Оськин С.В., Хорошунов Н.Г. Многоскоростной электропривод центрифуг в пчеловодстве./ С.В. Оськин, Н.Г. Хорошунов// Электромеханические преобразователи энергии «ЭМПЭ- 4». Материалы 3-й межвузовской научно-мет. конф.: Краснодар, 2004, КВАИ.- С. 151-154.

107. Оськин С.В., Хорошунов Н.Г. Многоскоростной электропривод центрифуг в пчеловодстве/ С.В.Оськин, Н.Г. Хорошунов // Электротехнологии и электрооборудование в с.х. производстве. Сб. научн. Трудов (Выпуск 4) Т.2., Зерноград, 2004.- С.5-8.

108. Оськин С.В., Хорошунов Н.Г. Определение момента инерции хордиальных центрифуг в пчеловодстве/ С.В.Оськин, Н.Г. Хорошунов // Энерго- и ресурсосберегающие технологии и установки. Материалы 4-й южнороссийской научн. Конф.: Краснодар, 2005, КВАИ.-С.88-91.

109. Оськин С.В., Овсянников Д.А. Необходимость применения экологически чистых способов обработки пчелиных семей от существующих болезней /С.В. Оськин, Д.А. Овсянников// Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. Международный научно-практический журнал; Вып. №2 (18)-Краснодар, 2014.-С. 134-144.

110. Оськин С.В. Инновационные способы повышения экологической безопасности сельскохозяйственной продукции /С.В. Оськин// Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.-№8, Москва, 2013.- С.75-80.

111. Оськин С.В. Инновационные установки для повышения экологической безопасности /С.В. Оськин// Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. Международный научно-практический журнал; Вып. №3-4 (15-16)-Краснодар, 2013.-С. 174-184.

112. Оськин С.В. Электрофизические способы повышения экологичности сельскохозяйственной продукции/С.В. Оськин //Физико-технические

проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе: материалы международной научн. –практ. конф.- Ставрополь: «Параграф», 2013.- С.122-127.

113. Оськин С.В., Курченко Н.Ю., Ковко В.А. Автоматизированная система управления электроактиватором / С.В. Оськин, Н.Ю. Курченко, В.А. Ковко //Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе: материалы международной научн. –практ. конф.- Ставрополь: «Параграф», 2013.- С.117-121.

114. Оськин С.В. Электрофизические способы повышения экологической чистоты сельскохозяйственной продукции/С.В. Оськин //Технические и технологические системы: материалы 5-й Межд.научн.-практ. конф., КубГАУ.-Краснодар, 2013.-С.209-214.

115. Оськин С.В., Курченко Н.Ю. Внедрение установки для получения экологически чистых растворов обработки семенной продукции сельскохозяйственного производства /С.В. Оськин, Н.Ю. Курченко// Научное обеспечение агропромышленного комплекса: м-лы 5 всерос. научн.-практ. конф. молод. ученых /под.ред.Е.М.Брещенко.-Краснодар: КубГАУ, 2011.–С. 435-437.

116. Оськин С.В., Оськин А.С. Расчет электроактиватора воды/ С.В. Оськин, А.С. Оськин//Методы и технические средства повышения эффективности использования эл. об-я в пром-ти и с. х-ве: Сб. научн. тр. Ставропольский ГАУ.- Ставрополь: Агрус, 2011.- с 202-210.

117. Оськин С.В. Повышение экологической безопасности сельскохозяйственной продукции/С.В. Оськин //Механизация и электрификация сельского хозяйства. – №5, Москва, 2011.- С.21-23.

118. Оськин С.В. Электротехнологические направления повышения экологической безопасности сельскохозяйственной продукции/С.В. Оськин// Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. Международный научно-практический журнал; Вып. №1-2 -Краснодар, 2010, С.107-115.

119. Оськин С.В. Инновационные пути повышения экологической безопасности сельскохозяйственной продукции/С.В. Оськин//Труды кубанского государственного аграрного университета.: Выпуск №3(24), Краснодар, 2010, С.147-154.

120. Оськин С.В. Инновационные электротехнологические направления повышения экологической безопасности сельскохозяйственной продукции/С.В. Оськин// Новые технологии в с. х. и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона: мат-лы всероссийской научно-практ. кон-ции.- Ставрополь: «Параграф», 2010, С.78-86.

121. Оськин С.В., Гребцов Д.С. Применение электроактивированных растворов в сельском хозяйстве/С.В. Оськин, Д.С. Гребцов// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – №8, Москва, 2007.- С.20-22.

122. Оськин А.С. Основы расчета параметров электроактиватора воды./А.С. Оськин //Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. - Крас-

нодар: КубГАУ, 2011. - №05(69). - Шифр Информрегистра: 0421100020/2011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/05/pdf/20/>.

123. Оськин А.С. Расчет электроактиватора воды / С.В. Оськин, А.С. Оськин // Методы и технические средства повышения эффективности использования электрического оборудования в промышленности и сельском хозяйстве: Сб. научн. тр. Ставропольский ГАУ.- Ставрополь: Агрус, 2011. – С. 202-210.

124. Пат. 2121789 РФ, МПК 6 А01К51/00, С07D401/04. Средство для борьбы с бактериозами пчел / Смирнов А.М., Абдрахманов И.Б., Толстиков Г.А., Чупахин О.Н., Туктаров В.Р., Закиров Н.И., Мустафин А.Г., Игнатьева Г.И.; заявитель и патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. - №97110967; заявл. 02.07.1997, опублик. 20.11.1998, Бюл. № 38.

125. Пат. 2156060 РФ, МПК 7 А01К47/00. Способ обслуживания пчел / Болотский Е.Н., Болотский В.Н., Бахир В.М., Задорожний Ю.Г.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Лаборатория электрохимических технологий». - №99102316; заявл. 04.02.1999, опублик. 20.09.2000, Бюл. № 42.

126. Пат. 2357412 РФ, МПК А01К55/00. Способ стабилизированной обработки пчелиных семей озоном / Овсянников Д.А., Николаенко С.А., Волошин А.П., Поминов А.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». - №2007100449; заявл. 09.01.2007, опублик. 20.07.2008, Бюл. № 57.

127. Пат. РФ № 2185319 МПК С1 С01В13/11 Озонатор / Андрейчук В.К., Нормов Д.А., Вербицкая С.В., Овсянников Д.А., Чеснюк Е.Е., Нормова Т.А.; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2001114848/12 заявл. 30.05.2001; опублик. 20.07.2002. Бюл. № 00. – 5 с.

128. Пат. РФ № 2198134, МПК С1 С01В13/11 Озонатор / Андрейчук В.К., Нормов Д.А., Вербицкая С.В., Овсянников Д.А., Лисицын В.В., Шевченко А.А.; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2001129273/12 заявл. 30.10.2001; опублик. 10.02.2003. Бюл. № 00. – 5 с.

129. Пат. РФ № 2216934, МПК С2 А01К51/00, А61L2/00 Способ дезинфекции пчелиных соторамок и пчелоинвентаря / Нормов Д.А., Лисицын В.В., Овсянников Д.А.; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2001132933/13 заявл. 03.12.2001; опублик. 27.11.2003. Бюл. № 00. – 5 с.

130. Пат. РФ № 2217909, МПК С2 А01К51/00 Способ обеззараживания пчелиных соторамок при нозематозе / Нормов Д.А., Лисицын В.В., Овсянников Д.А.; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2001132923/13 заявл. 03.12.2001; опублик. 10.12.2003. Бюл. № 00. – 5 с.

131. Пат. РФ № 2234837, МПК С1 А01К55/00 Способ обработки пчел / Нормов Д.А., Овсянников Д.А., Памозанова Ю.Н., Оськина А.С., Нормова Т.А.; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2002135256/12 заявл. 25.12.2002; опублик. 27.08.2004. Бюл. № 00. – 5 с.

132. Пат. РФ № 2237404, МПК С2 А01К51/00 Способ борьбы с аскоферозом (варианты) / Нормов Д.А., Овсянников Д.А., Заболотная И.А., Вербицкий В.В., Нормова Т.А.; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2002135255/12 заявл. 25.12.2002; опубл. 10.10.2004. Бюл. № 00. – 5 с.

133. Пат. РФ № 2318381, МПК С1 А01К51/00 (2006.01) Способ борьбы с варроатозом пчел / Овсянников А.А., Овсянников Д.А., Николаенко С.А.; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2006128061/12 заявл. 01.08.2006; опубл. 10.03.2008. Бюл. № 00. – 5 с.

134. Пат. РФ № 2318382, МПК С1 А01К51/00 (2006.01) Способ борьбы с восковой молью / Овсянников Д.А., Лисицын В.В., Николаенко С.А.; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2006128838/12 заявл. 08.08.2006; опубл. 10.03.2008. Бюл. № 00. – 5 с.

135. Пат. РФ № 2324342, МПК С1 А01К51/00 (2006.01) Способ борьбы с варроатозом пчел / Нормов Д.А., Овсянников Д.А., Нормова Т.А., Николаенко С.А.; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2006128062/12 заявл. 01.08.2006; опубл. 20.05.2008. Бюл. № 00. – 5 с.

136. Пат. РФ № 2324343, МПК С1 А01К51/00 (2006.01) Способ борьбы с варроатозом пчел / Нормов Д.А., Овсянников Д.А., Николаенко С.А.; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2006128060/12 заявл. 01.08.2006; опубл. 20.05.2008. Бюл. № 00. – 5 с.

137. Пат. РФ № 2215410 МПК: 7А 01К 51/00 А Способ борьбы с восковой молью / В.К. Андрейчук, Д.А. Нормов, С.В. Оськин; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2001132922/13; опубл. 03.12.2001.

138. Полтев В. И. Болезни и вредители пчел с основами микробиологии / В. И. Полтев, Е. В. Нешатаева. – М.: Колос, 1970. – 192 с.

139. Практикум по автоматике. Математическое моделирование систем автоматического регулирования: учеб. пособие / под ред. Б. А. Карташова. – М.: КолосС, 2004. – 240 с.

140. Пчеловодство / сост.: Г. Д. Биладш, А. Н. Бурмистров, В. Г. Гребцова и др. – М.: Сов. Энциклопедия, 1991. – 511 с.

141. Решетников Н. С. Расчет воздухообмена клуба зимой / Н. С. Решетников // Пчеловодство. – 2000. – № 7. – С. 40–43.

142. Рыбочкин А.Ф., Захаров И.С. Компьютерные системы в пчеловодстве: монография/А.Ф. Рыбочкин, И.С. Захаров/ Курск. гос. техн. ун-т.; 2-изд.-Курск, 2004.- 420 с.

143. Садаонов С. И. Влияние электрических полей на поведение пчел / С. И. Садаонов, С. С. Салихов // Вестник Челябинского гос. агроинж. университета. – 2000. – № 7. – С. 72–76.

144. СанПиН 2.3.2.1078-01 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». – Введ. 01.09.2002. – 231 с.

145. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ РФ № 2011620084. Физико-химические свойства меда и их влияние на основные приводные характеристики центрифуг для откачки меда./С.В. Ось-



кин, Д.А. Овсянников, Д.С. Цокур, Н.Г. Хорошунов; заявитель и правообладатель КГАУ.-№2010620237, заявл. 28.05.10; опубл. 28.01.2011. – 24 с.

146. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ РФ №2011610006. Программа для расчета минимальной частоты вращения барабана медогонки при различной влажности и температуре меда/Д.А. Овсянников, Н.Г. Хорошунов; заявитель и правообладатель КГАУ.-№2010616904, заявл. 8.11.11; опубл. 11.01.2011. – 5 с.

147. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ РФ РФ № 201164146. Программа для расчета электроактиватора / Оськин А.С., Волошин А.П.; заявитель и правообладатель КГАУ. - № 2011612233; заявл. 1.04.2011; опубл.26.05.2011. - 23 с.

148. Старик Д.Э. Как рассчитать эффективность инвестиций/ Д.Э. Старик. – М.: Финстатинформ, 1996. – С. 93.

149. Сайт фирмы «Atmel» (США) / Режим доступа: www. URL: <http://www.Atmel.com/>. – 2001. – 01.08.2008.

150. Слэстэнский И.В. Пчелы: мёд и другие продукты / Слэстэнский И.В. – Л.: Лениздат, 1987 – 160 с.

151. Словарь-справочник пчеловода / сост. Г.Ф. Таранов. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 288 с.

152. Соколова М. В. Влияние рода газа на образование озона и на характеристики разряда в промежутке с диэлектриком / М. В. Соколова, В. Г. Артамонов / МЭИ. – М.: Изд-во МЭИ, 1978. – Вып. 358. – С. 33–36.

153. Соколова М. В. Оптимизация образования озона в электрическом разряде / М. В. Соколова // Изв. Ан СССР: Сер. энергетика и транспорт. – М., 1983. – № 6. – С. 99–105.

154. Сомойлович В.Г. Физическая химия барьерного разряда / Сомойлович В.Г., Гибалов В.И., Козлов К.В. – М.: изд. МГУ, 1989. – 176 с.

155. Справочник по теплопроводности жидкостей и газов.Л.П. Филиппов, Ф.А. Тарзиманов, Е.Е. Тоцкий. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.

156. Термодинамические свойства азота. В. В. Сычев, А. Л. Вассерман, А. Д. Козлов.– М.: Издательство стандартов, 1999 –352.

157. Трифонов А. Д. Вентиляция гнезда пчел / А. Д. Трифонов // Пчеловодство. –1991. – № 6. – С. 15–18.

158. Трифонов А. Д. Влажность воздуха в жизни пчел / А. Д. Трифонов // Пчеловодство. – 1996. – № 6. – С. 24–27.

159. Трифонов А. Д. Расход корма во время зимовки / А. Д. Трифонов // Пчеловодство. – 1990. – № 11. – С. 21–23.

160. Трифонов А. Д. Теплообмен улья, заселенного пчелами, с окружающей средой / А. Д. Трифонов // Пчеловодство. – 1991. –№ 9. – С. 28–31.

161. Угринович Н. В. Дезенфицирующее средство экибицид / Угринович Н.В., Герасимов В.Н., Федорова Л.С. // Пчеловодство. – 2006. – № 2. – С. 27–28.

162. Федеральный закон Российской Федерации о пчеловодстве. Принят Государственной Думой 20.11.1998, одобрен Советом Федерации 2.12.1998. – 12 с.

163. Филиппов Ю. В. Электросинтез озона / Ю. В. Филиппов // Вестник МГУ. Сер. химия. – 1959. – № 5. – С. 204–209.
164. Филиппов Ю.В. Электросинтез озона / Филиппов Ю.В., Вобликова В.А., Пантелеев В.И. – М.: изд. МГУ, 1987. – 237 с.
165. Филиппов Ю.В. Электросинтез озона: III Влияние температуры электродов озонатора на синтез озона / Ю.В. Филиппов, Н.И. Кобозев // ЖФХ – 1961. – Т. XXXV. – № 9. – С. 2078–2082.
166. Хмара В. Ф. Исследование режимов работы озонаторов / В. Ф. Хмара, Л. И. Тропин, Г. И. Кондратьев // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1971. – № 7. – С. 13.
167. Хорошунов Н.Г. Динамика меда в сотах соторамок/ Н.Г.Хорошунов, С.В.Оськин// Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК. 3-я Российская научн.-практич. Конф. Сб. научн. Трудов.: Ставрополь, 2005.- С. 151-154.
168. Хорошунов Н.Г. Определение момента инерции хордиальных центрифуг в пчеловодстве/Н.Г.Хорошунов, С.В.Оськин// Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК. 3-я Российская научн.-практич. Конф. Сб. научн. Трудов.: Ставрополь, 2005.- С. 68-71.
169. Хорошунов Н.Г. Анализ поведения меда в сотах в процессе откачки/Н.Г.Хорошунов, С.В.Оськин// Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК. 3-я Российская научн.-практич. Конф. Сб. научн. Трудов.: Ставрополь, 2005.- С. 71-75.
170. Хорошунов Н.Г. Определение функциональной зависимости скорости начала откачки меда от радиуса вращения сота с медом относительно оси вращения барабана/Н.Г.Хорошунов, С.В.Оськин// Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК. 3-я Российская научн.-практич. Конф. Сб. научн. Трудов.: Ставрополь, 2005.- С. 75-79.
171. Хорошунов Н.Г. Обоснование частоты вращения центрифуги для откачки меда/Н.Г. Хорошунов// Механизация и электрификация сельского хозяйства. №9, 2007.- С.40-41.
172. Черевко Ю. А. Пчеловодство / Ю. А. Черевко. – М.: ЭКСМО-Пресс, Лик пресс, 2001 – 368 с.
173. Электронный учебник по статистике; StatSoft, – Режим доступа: [www.URL](http://www.URL)
174. Яворский Б.М. и др. Справочник по физике. М. Наука 1985- 512с.
175. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. -М.: Наука, 1990.-624с.
176. Buranow S.N., Gorokhov V.V., Karelin V.I., Repin P.B. Wide-Range Medical Ozonator with Precise Concentration Ozone Generation // Digest of Techn. Papers 12 IEEE International Pulsed Power Conf. Monterey, USA, 1999, Vol. 2, P. 1421–1424.
177. Gibalov, V.I., Pietsch, G.J. (2000). The development of dielectric barrier discharges in gas gaps and on surfaces. J. Phys. D: Appl. Phys. 33, 2618–2636.

178. Heuser C., Pietsch G. “Pre-breakdown phenomena between glass-glass and metal-glass electrodes”. Proc.6th Int. Conf. on Gas Discharges and their Applications, Edinburgh, UK. 1980. P. 98–101.

179. Kazumoto M. et al /Proc. 13th Ozone World. Congress Kyoto, Japan. 1997, v.1, p. 815–820.

180. Kitaywa J. et al /Proc. 13th Ozone World. Congress Kyoto, Japan. 1997, v.1, p. 791-796.

181. Masschelein W.J. Ozone generation: Use of air, oxygen or air simpsonized with oxygen. Ozone Science & Engineering, 20, №3, 1998, 191–203.

182. Masuda S. On streamer discharges in ceramic based using high frequency surface / S. Masuda, E. Kiss // Electrostatics. – 1987. – № 6. – P. 234–248.

183. Nakamoto S., Yokomi T. High concentration and large capacity plate type ozone generator, Proc. Of 12-th World Congress of IOA, Lille, France, 1995, v.2, p. 131–140.

184. Nomato Y. Improvement in ozone generation efficiency in a parallel plate ozonezer with a rotating plate electrode / Y. Nomato, T. Ohkubo, T. Adachi // Proc. Inst. Electrostat. Jap.–1989. – V.13. – № 4.– P. 308–313.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица П2.1- Результаты расчетов тепловых потерь в улье, потребления электроэнергии и корма за три зимних месяца 2011 года

Дни в месяце	Темпе- ратура, °С	Мощность тепловых потерь, Вт	Потери тепловой энергии, Вт ч.	Мощность подогревателя Вт ч	Расход электро- энергии, Вт ч	Расход корма без подогрева, г	Расход корма с подогревом, г
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>январь</b>							
1	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
1	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
1	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
1	6	2	6	0	0	1,92	1,92
1	9	2	6	0	0	1,92	1,92
1	7	2	6	0	0	1,92	1,92
1	6	2	6	0	0	1,92	1,92
1	7	2	6	0	0	1,92	1,92
2	7	2	6	0	0	1,92	1,92
2	8	2	6	0	0	1,92	1,92
2	8	2	6	0	0	1,92	1,92
2	8	2	6	0	0	1,92	1,92
2	10	2	6	0	0	1,92	1,92
2	9	2	6	0	0	1,92	1,92
2	9	2	6	0	0	1,92	1,92
2	9	2	6	0	0	1,92	1,92
3	8	2	6	0	0	1,92	1,92
3	6	2	6	0	0	1,92	1,92
3	10	2	6	0	0	1,92	1,92
3	10	2	6	0	0	1,92	1,92
3	9	2	6	0	0	1,92	1,92
3	8	2	6	0	0	1,92	1,92
3	7	2	6	0	0	1,92	1,92
3	7	2	6	0	0	1,92	1,92
4	7	2	6	0	0	1,92	1,92
4	6	2	6	0	0	1,92	1,92
4	6	2	6	0	0	1,92	1,92
4	9	2	6	0	0	1,92	1,92
4	10	2	6	0	0	1,92	1,92
4	7	2	6	0	0	1,92	1,92
4	8	2	6	0	0	1,92	1,92
4	8	2	6	0	0	1,92	1,92
5	7	2	6	0	0	1,92	1,92
5	7	2	6	0	0	1,92	1,92
5	7	2	6	0	0	1,92	1,92
5	8	2	6	0	0	1,92	1,92

1	2	3	4	5	6	7	8
5	9	2	6	0	0	1,92	1,92
5	10	2	6	0	0	1,92	1,92
5	9	2	6	0	0	1,92	1,92
5	10	2	6	0	0	1,92	1,92
6	9	2	6	0	0	1,92	1,92
6	8	2	6	0	0	1,92	1,92
6	9	2	6	0	0	1,92	1,92
6	13	2	6	0	0	1,92	1,92
6	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
6	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
6	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
6	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
6	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
6	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
6	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
6	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
7	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
7	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
7	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
7	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
7	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
7	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
7	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
7	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
8	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
8	-11	12,66	37,98	12,66	37,98	12,1536	1,92
8	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
8	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
8	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
8	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
8	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
8	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
9	-11	12,66	37,98	12,66	37,98	12,1536	1,92
9	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
9	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
9	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
9	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
9	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
9	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
9	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
10	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
10	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
10	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
10	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
10	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
10	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
10	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
10	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
11	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
11	-7	10,02	30,06	10,02	30,06	9,6192	1,92
11	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
11	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
11	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
11	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
11	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
12	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
12	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
12	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
12	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
12	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
12	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
12	-7	10,02	30,06	10,02	30,06	9,6192	1,92
13	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
13	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
13	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
13	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
13	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
13	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
13	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
13	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
13	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
14	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
14	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
14	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
14	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
14	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
14	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
14	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
14	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
15	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
15	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
15	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
15	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
15	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
15	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
15	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
15	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
16	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
16	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
16	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
16	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
16	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
16	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
17	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
17	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
17	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
17	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
17	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
17	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
1	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
17	-16	15,96	47,88	15,96	47,88	15,3216	1,92
18	-18	17,28	51,84	17,28	51,84	16,5888	1,92
18	-19	17,94	53,82	17,94	53,82	17,2224	1,92
18	-17	16,62	49,86	16,62	49,86	15,9552	1,92
18	-13	13,98	41,94	13,98	41,94	13,4208	1,92
18	-11	12,66	37,98	12,66	37,98	12,1536	1,92
18	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
18	-11	12,66	37,98	12,66	37,98	12,1536	1,92
18	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
19	-11	12,66	37,98	12,66	37,98	12,1536	1,92
19	-11	12,66	37,98	12,66	37,98	12,1536	1,92
19	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
19	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
19	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
19	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
19	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
19	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
20	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
20	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
20	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
20	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
20	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
20	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
20	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
20	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
21	-14	14,64	43,92	14,64	43,92	14,0544	1,92
21	-15	15,3	45,9	15,3	45,9	14,688	1,92



1	2	3	4	5	6	7	8
21	-15	15,3	45,9	15,3	45,9	14,688	1,92
21	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
21	-11	12,66	37,98	12,66	37,98	12,1536	1,92
21	-13	13,98	41,94	13,98	41,94	13,4208	1,92
21	-16	15,96	47,88	15,96	47,88	15,3216	1,92
21	-14	14,64	43,92	14,64	43,92	14,0544	1,92
22	-14	14,64	43,92	14,64	43,92	14,0544	1,92
22	-14	14,64	43,92	14,64	43,92	14,0544	1,92
22	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
22	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
22	-13	13,98	41,94	13,98	41,94	13,4208	1,92
22	-16	15,96	47,88	15,96	47,88	15,3216	1,92
22	-17	16,62	49,86	16,62	49,86	15,9552	1,92
22	-22	19,92	59,76	19,92	59,76	19,1232	1,92
23	-24	21,24	63,72	21,24	63,72	20,3904	1,92
23	-25	21,9	65,7	21,9	65,7	21,024	1,92
23	-23	20,58	61,74	20,58	61,74	19,7568	1,92
23	-22	19,92	59,76	19,92	59,76	19,1232	1,92
23	-27	23,22	69,66	23,22	69,66	22,2912	1,92
23	-32	26,52	79,56	26,52	79,56	25,4592	1,92
24	-32	26,52	79,56	26,52	79,56	25,4592	1,92
24	-33	27,18	81,54	27,18	81,54	26,0928	1,92
24	-34	27,84	83,52	27,84	83,52	26,7264	1,92
24	-26	22,56	67,68	22,56	67,68	21,6576	1,92
24	-22	19,92	59,76	19,92	59,76	19,1232	1,92
24	-24	21,24	63,72	21,24	63,72	20,3904	1,92
24	-26	22,56	67,68	22,56	67,68	21,6576	1,92
24	-29	24,54	73,62	24,54	73,62	23,5584	1,92
25	-28	23,88	71,64	23,88	71,64	22,9248	1,92
25	-27	23,22	69,66	23,22	69,66	22,2912	1,92
25	-24	21,24	63,72	21,24	63,72	20,3904	1,92
25	-18	17,28	51,84	17,28	51,84	16,5888	1,92
25	-16	15,96	47,88	15,96	47,88	15,3216	1,92
25	-18	17,28	51,84	17,28	51,84	16,5888	1,92
25	-18	17,28	51,84	17,28	51,84	16,5888	1,92
25	-16	15,96	47,88	15,96	47,88	15,3216	1,92
26	-16	15,96	47,88	15,96	47,88	15,3216	1,92
26	-17	16,62	49,86	16,62	49,86	15,9552	1,92
26	-16	15,96	47,88	15,96	47,88	15,3216	1,92
26	-11	12,66	37,98	12,66	37,98	12,1536	1,92
26	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
26	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
26	-13	13,98	41,94	13,98	41,94	13,4208	1,92
26	-13	13,98	41,94	13,98	41,94	13,4208	1,92
27	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
27	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
27	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
27	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
27	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
27	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
27	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
27	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
28	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
28	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
28	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
28	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
28	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
28	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
28	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
28	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
29	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
29	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
29	-7	10,02	30,06	10,02	30,06	9,6192	1,92
29	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
29	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
29	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
29	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
29	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
30	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
30	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
30	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
30	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
30	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
30	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
30	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
30	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
31	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
31	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
31	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
31	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
31	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
31	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
31	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
31	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>февраль</b>							
1	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
1	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
1	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
1	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
1	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
1	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
1	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
1	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
2	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
2	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
2	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
2	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
2	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
2	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
2	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
2	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
3	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
3	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
3	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
3	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
3	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
3	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
3	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
3	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
4	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
4	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
4	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
4	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
4	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
4	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
4	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
5	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
5	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
5	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
5	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
5	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
5	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
5	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
5	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92

1	2	3	4	5	6	7	8
6	-7	10,02	30,06	10,02	30,06	9,6192	1,92
6	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
6	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
6	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
6	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
6	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
6	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
6	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
7	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
7	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
7	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
7	-11	12,66	37,98	12,66	37,98	12,1536	1,92
7	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
7	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
7	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
7	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
8	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
8	-11	12,66	37,98	12,66	37,98	12,1536	1,92
8	-11	12,66	37,98	12,66	37,98	12,1536	1,92
8	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
8	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
8	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
8	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
8	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
9	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
9	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
9	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
9	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
9	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
9	-7	10,02	30,06	10,02	30,06	9,6192	1,92
9	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
9	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
10	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
10	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
10	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
10	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
10	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
10	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
10	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
11	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92

1	2	3	4	5	6	7	8
11	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
11	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
11	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
11	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
11	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
11	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
11	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
12	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
12	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
12	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
12	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
12	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
12	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
12	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
12	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
13	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
13	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
13	-7	10,02	30,06	10,02	30,06	9,6192	1,92
13	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
13	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
13	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
13	-14	14,64	43,92	14,64	43,92	14,0544	1,92
13	-18	17,28	51,84	17,28	51,84	16,5888	1,92
14	-19	17,94	53,82	17,94	53,82	17,2224	1,92
14	-19	17,94	53,82	17,94	53,82	17,2224	1,92
14	-16	15,96	47,88	15,96	47,88	15,3216	1,92
14	-11	12,66	37,98	12,66	37,98	12,1536	1,92
14	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
14	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
14	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
14	-10	12	36	12	36	11,52	1,92
15	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
15	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
15	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
15	-7	10,02	30,06	10,02	30,06	9,6192	1,92
15	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
15	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
15	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
15	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
16	-10	12	36	12	36	11,52	1,92

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
16	-11	12,66	37,98	12,66	37,98	12,1536	1,92
16	-7	10,02	30,06	10,02	30,06	9,6192	1,92
16	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
16	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
16	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
17	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
17	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
17	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
17	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
17	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
18	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
18	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
18	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
18	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
18	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
18	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
19	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
19	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
19	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
19	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
19	7	0,78	2,34	0,78	2,34	0,7488	1,92
19	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
19	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
19	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
20	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
20	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
20	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
20	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
20	6	1,44	4,32	1,44	4,32	1,3824	1,92
20	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
20	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
20	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
21	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
21	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
21	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
21	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
21	6	1,44	4,32	1,44	4,32	1,3824	1,92
21	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
21	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
21	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92

1	2	3	4	5	6	7	8
22	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
22	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
22	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
22	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
22	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
22	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
22	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
23	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
23	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
23	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
23	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
23	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
23	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
24	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
24	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
24	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
24	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
24	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
24	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
24	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
24	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
25	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
25	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
25	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
25	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
25	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
25	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
25	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
26	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
26	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
26	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
26	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
26	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
26	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
26	6	1,44	4,32	1,44	4,32	1,3824	1,92
26	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
27	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
27	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
27	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
27	6	1,44	4,32	1,44	4,32	1,3824	1,92

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
27	7	0,78	2,34	0,78	2,34	0,7488	1,92
27	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
27	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
27	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
28	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
28	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
28	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
28	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
28	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
28	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
28	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
28	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
<b>декабрь</b>							
1	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
1	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
1	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
1	6	2	6	0	0	1,92	1,92
1	9	2	6	0	0	1,92	1,92
1	7	2	6	0	0	1,92	1,92
1	6	2	6	0	0	1,92	1,92
1	7	2	6	0	0	1,92	1,92
2	7	2	6	0	0	1,92	1,92
2	8	2	6	0	0	1,92	1,92
2	8	2	6	0	0	1,92	1,92
2	8	2	6	0	0	1,92	1,92
2	10	2	6	0	0	1,92	1,92
2	9	2	6	0	0	1,92	1,92
2	9	2	6	0	0	1,92	1,92
2	9	2	6	0	0	1,92	1,92
3	8	2	6	0	0	1,92	1,92
3	6	2	6	0	0	1,92	1,92
3	10	2	6	0	0	1,92	1,92
3	10	2	6	0	0	1,92	1,92
3	9	2	6	0	0	1,92	1,92
3	8	2	6	0	0	1,92	1,92
3	7	2	6	0	0	1,92	1,92
3	7	2	6	0	0	1,92	1,92
4	7	2	6	0	0	1,92	1,92
4	6	2	6	0	0	1,92	1,92
4	6	2	6	0	0	1,92	1,92
4	9	2	6	0	0	1,92	1,92



<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
4	10	2	6	0	0	1,92	1,92
4	7	2	6	0	0	1,92	1,92
4	8	2	6	0	0	1,92	1,92
4	8	2	6	0	0	1,92	1,92
5	7	2	6	0	0	1,92	1,92
5	7	2	6	0	0	1,92	1,92
5	7	2	6	0	0	1,92	1,92
5	8	2	6	0	0	1,92	1,92
5	9	2	6	0	0	1,92	1,92
5	10	2	6	0	0	1,92	1,92
5	9	2	6	0	0	1,92	1,92
5	10	2	6	0	0	1,92	1,92
6	9	2	6	0	0	1,92	1,92
6	8	2	6	0	0	1,92	1,92
6	9	2	6	0	0	1,92	1,92
6	13	2	6	0	0	1,92	1,92
6	14	2	6	0	0	1,92	1,92
6	9	2	6	0	0	1,92	1,92
6	8	2	6	0	0	1,92	1,92
6	7	2	6	0	0	1,92	1,92
7	6	2	6	0	0	1,92	1,92
7	5	2	6	0	0	1,92	1,92
7	5	2	6	0	0	1,92	1,92
7	8	2	6	0	0	1,92	1,92
7	10	2	6	0	0	1,92	1,92
7	7	2	6	0	0	1,92	1,92
7	7	2	6	0	0	1,92	1,92
7	4	2	6	0	0	1,92	1,92
8	2	2	6	0	0	1,92	1,92
8	3	2	6	0	0	1,92	1,92
8	7	2	6	0	0	1,92	1,92
8	14	2	6	0	0	1,92	1,92
8	15	2	6	0	0	1,92	1,92
8	11	2	6	0	0	1,92	1,92
8	6	2	6	0	0	1,92	1,92
8	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
9	6	2	6	0	0	1,92	1,92
9	7	2	6	0	0	1,92	1,92
9	8	2	6	0	0	1,92	1,92
9	8	2	6	0	0	1,92	1,92
9	8	2	6	0	0	1,92	1,92
9	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
9	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
9	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
10	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
10	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
10	6	1,44	4,32	1,44	4,32	1,3824	1,92
10	6	1,44	4,32	1,44	4,32	1,3824	1,92
10	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
10	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
10	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
11	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
11	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
11	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
11	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
11	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
11	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
11	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
11	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
12	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
12	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
12	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
12	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
12	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
12	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
12	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
12	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
13	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
13	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
13	6	2	6	0	0	1,92	1,92
13	7	2	6	0	0	1,92	1,92
13	6	2	6	0	0	1,92	1,92
13	6	2	6	0	0	1,92	1,92
13	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
13	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
14	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
14	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
14	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
14	8	2	6	0	0	1,92	1,92
14	8	2	6	0	0	1,92	1,92
14	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
14	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
14	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
15	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
15	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
15	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
15	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
15	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
15	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
15	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
15	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
16	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
16	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
16	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
16	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
16	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
16	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
16	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
16	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
17	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
17	6	2	6	0	0	1,92	1,92
17	6	2	6	0	0	1,92	1,92
17	9	2	6	0	0	1,92	1,92
17	9	2	6	0	0	1,92	1,92
17	8	2	6	0	0	1,92	1,92
17	7	2	6	0	0	1,92	1,92
17	8	2	6	0	0	1,92	1,92
18	10	2	6	0	0	1,92	1,92
18	15	2	6	0	0	1,92	1,92
18	15	2	6	0	0	1,92	1,92
18	18	2	6	0	0	1,92	1,92
18	17	2	6	0	0	1,92	1,92
18	12	2	6	0	0	1,92	1,92
18	15	2	6	0	0	1,92	1,92
18	14	2	6	0	0	1,92	1,92
19	14	2	6	0	0	1,92	1,92
19	15	2	6	0	0	1,92	1,92
19	14	2	6	0	0	1,92	1,92
19	12	2	6	0	0	1,92	1,92
19	6	2	6	0	0	1,92	1,92
19	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
19	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
19	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
20	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
20	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
20	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92

1	2	3	4	5	6	7	8
20	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
20	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
20	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
20	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
20	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
21	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
21	-8	10,68	32,04	10,68	32,04	10,2528	1,92
21	-12	13,32	39,96	13,32	39,96	12,7872	1,92
21	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
21	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
21	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
21	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
21	-9	11,34	34,02	11,34	34,02	10,8864	1,92
22	-5	8,7	26,1	8,7	26,1	8,352	1,92
22	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
22	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
22	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
22	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
22	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
22	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
22	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
23	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
23	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
23	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
23	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
23	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
23	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
23	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
23	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
24	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
24	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
24	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
24	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
24	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
24	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
24	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
24	-3	7,38	22,14	7,38	22,14	7,0848	1,92
25	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
25	-6	9,36	28,08	9,36	28,08	8,9856	1,92
25	-4	8,04	24,12	8,04	24,12	7,7184	1,92
25	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
25	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92

1	2	3	4	5	6	7	8
25	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
25	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
25	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
26	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
26	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
26	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
26	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
26	6	2	6	0	0	1,92	1,92
26	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
26	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
26	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
27	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
27	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
27	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
27	7	2	6	0	0	1,92	1,92
27	8	2	6	0	0	1,92	1,92
27	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
27	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
27	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
28	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
28	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
28	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
28	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
28	8	2	6	0	0	1,92	1,92
28	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
28	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
28	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
29	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
29	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
29	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
29	3	3,42	10,26	3,42	10,26	3,2832	1,92
29	7	2	6	0	0	1,92	1,92
29	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
29	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
29	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92
30	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
30	-1	6,06	18,18	6,06	18,18	5,8176	1,92
30	-2	6,72	20,16	6,72	20,16	6,4512	1,92
30	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
30	8	0,12	0,36	0,12	0,36	0,1152	1,92
30	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
30	2	4,08	12,24	4,08	12,24	3,9168	1,92

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
30	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
31	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
31	0	5,4	16,2	5,4	16,2	5,184	1,92
31	1	4,74	14,22	4,74	14,22	4,5504	1,92
31	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
31	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
31	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92
31	4	2,76	8,28	2,76	8,28	2,6496	1,92
31	5	2,1	6,3	2,1	6,3	2,016	1,92

Таблица П2.2- Результаты расчетов тепловых потерь в улье, потребления электроэнергии и корма за три весенних месяца 2011 года

Дни	$t_n, ^\circ\text{C}$	$G_k,$ г/ч	$M,$ г	$W,$ Вт ч	$G_{k\text{ об}},$ г/ч	$M_{\text{под}},$ г	$\Delta M,$ г	$\Delta G_k,$ г/ч	$W_{\text{эл}},$ Вт ч.	$G_{k\text{ обОЗ}},$ г/ч	$\Delta G_k,$ г/ч	$M_{\text{подОЗ}},$ г	$\Delta M,$ г	$W_{\text{эл}},$ Вт ч.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>март</i>														
1	-0,1	6,7	20,2	63	2,4	7,3	13	4	40	2	5	5,7	15	50
1	0,1	6,7	20,1	63	2,4	7,3	13	4	40	2	5	5,7	14	50
1	-0,3	6,8	20,3	63	2,4	7,3	13	4	41	2	5	5,7	15	51
1	-0,2	6,8	20,3	63	2,4	7,3	13	4	41	2	5	5,7	15	51
1	1,1	6,5	19,6	61	2,4	7,3	12	4	39	2	5	5,7	14	49
1	1,1	6,5	19,6	61	2,4	7,3	12	4	39	2	5	5,7	14	49
1	0,8	6,6	19,8	62	2,4	7,3	12	4	39	2	5	5,7	14	49
1	0,6	6,6	19,9	62	2,4	7,3	13	4	39	2	5	5,7	14	49
2	0,5	6,6	19,9	62	2,4	7,3	13	4	39	2	5	5,7	14	49
2	0,1	6,7	20,1	63	2,4	7,3	13	4	40	2	5	5,7	14	50
2	-0,1	6,7	20,2	63	2,4	7,3	13	4	40	2	5	5,7	15	50
2	0,1	6,7	20,1	63	2,4	7,3	13	4	40	2	5	5,7	14	50
2	-0,9	6,9	20,6	64	2,4	7,3	13	4	42	2	5	5,7	15	52
2	-1,6	7,0	20,9	65	2,4	7,3	14	5	43	2	5	5,7	15	53
2	-2,4	7,1	21,3	67	2,4	7,3	14	5	44	2	5	5,7	16	54
2	-4,1	7,4	22,2	69	2,4	7,3	15	5	47	2	5	5,7	16	57
3	-4,1	7,4	22,2	69	2,4	7,3	15	5	47	2	5	5,7	16	57
3	-5	7,5	22,6	71	2,4	7,3	15	5	48	2	6	5,7	17	58
3	-8,1	8,1	24,2	76	2,4	7,3	17	6	53	2	6	5,7	18	63
3	-6,8	7,8	23,5	74	2,4	7,3	16	5	51	2	6	5,7	18	61
3	-2,9	7,2	21,6	67	2,4	7,3	14	5	45	2	5	5,7	16	55
3	-0,9	6,9	20,6	64	2,4	7,3	13	4	42	2	5	5,7	15	52
3	-2,1	7,1	21,2	66	2,4	7,3	14	5	43	2	5	5,7	15	53
3	-3,2	7,2	21,7	68	2,4	7,3	14	5	45	2	5	5,7	16	55
4	-4,8	7,5	22,5	70	2,4	7,3	15	5	48	2	6	5,7	17	58
4	-4,6	7,5	22,4	70	2,4	7,3	15	5	47	2	6	5,7	17	57
4	-5,8	7,7	23,0	72	2,4	7,3	16	5	49	2	6	5,7	17	59
4	-3,6	7,3	21,9	69	2,4	7,3	15	5	46	2	5	5,7	16	56
4	-1,3	6,9	20,8	65	2,4	7,3	14	5	42	2	5	5,7	15	52
4	-0,5	6,8	20,4	64	2,4	7,3	13	4	41	2	5	5,7	15	51
4	-0,8	6,9	20,6	64	2,4	7,3	13	4	41	2	5	5,7	15	51
4	-0,9	6,9	20,6	64	2,4	7,3	13	4	42	2	5	5,7	15	52
5	0,5	6,6	19,9	62	2,4	7,3	13	4	39	2	5	5,7	14	49
5	1,4	6,5	19,5	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
5	0,6	6,6	19,9	62	2,4	7,3	13	4	39	2	5	5,7	14	49
5	3	6,2	18,7	58	2,4	7,3	11	4	36	2	4	5,7	13	46
5	7,1	5,5	16,6	52	2,4	7,3	9	3	29	2	4	5,7	11	39
5	7,7	5,4	16,3	51	2,4	7,3	9	3	28	2	4	5,7	11	38
5	5,9	5,7	17,2	54	2,4	7,3	10	3	31	2	4	5,7	12	41
5	4,4	6,0	18,0	56	2,4	7,3	11	4	33	2	4	5,7	12	43

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6 4,3	6,0	18,0	56	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	12	44	
6 4,8	5,9	17,8	56	2,4	7,3	10	3	33	2	4	5,7	12	43	
6 4,6	6,0	17,9	56	2,4	7,3	11	4	33	2	4	5,7	12	43	
6 7,5	5,5	16,4	51	2,4	7,3	9	3	29	2	4	5,7	11	39	
6 10,6	5,0	14,9	47	2,4	7,3	8	3	24	2	3	5,7	9	34	
6 11	4,9	14,7	46	2,4	7,3	7	2	23	2	3	5,7	9	33	
6 5,5	5,8	17,4	54	2,4	7,3	10	3	32	2	4	5,7	12	42	
6 4	6,1	18,2	57	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	12	44	
7 2,5	6,3	18,9	59	2,4	7,3	12	4	36	2	4	5,7	13	46	
7 0,9	6,6	19,7	62	2,4	7,3	12	4	39	2	5	5,7	14	49	
7 0,3	6,7	20,0	63	2,4	7,3	13	4	40	2	5	5,7	14	50	
7 0,7	6,6	19,8	62	2,4	7,3	13	4	39	2	5	5,7	14	49	
7 2,6	6,3	18,9	59	2,4	7,3	12	4	36	2	4	5,7	13	46	
7 4	6,1	18,2	57	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	12	44	
7 1,9	6,4	19,2	60	2,4	7,3	12	4	37	2	5	5,7	14	47	
7 1,1	6,5	19,6	61	2,4	7,3	12	4	39	2	5	5,7	14	49	
8 0,1	6,7	20,1	63	2,4	7,3	13	4	40	2	5	5,7	14	50	
8 -0,8	6,9	20,6	64	2,4	7,3	13	4	41	2	5	5,7	15	51	
8 -1,4	7,0	20,9	65	2,4	7,3	14	5	42	2	5	5,7	15	52	
8 -0,7	6,8	20,5	64	2,4	7,3	13	4	41	2	5	5,7	15	51	
8 2,6	6,3	18,9	59	2,4	7,3	12	4	36	2	4	5,7	13	46	
8 3,7	6,1	18,3	57	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	13	44	
8 2,8	6,3	18,8	59	2,4	7,3	11	4	36	2	4	5,7	13	46	
8 1,9	6,4	19,2	60	2,4	7,3	12	4	37	2	5	5,7	14	47	
9 1,1	6,5	19,6	61	2,4	7,3	12	4	39	2	5	5,7	14	49	
9 0	6,7	20,2	63	2,4	7,3	13	4	40	2	5	5,7	14	50	
9 -1,5	7,0	20,9	65	2,4	7,3	14	5	43	2	5	5,7	15	53	
9 1,3	6,5	19,5	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48	
9 5	5,9	17,7	55	2,4	7,3	10	3	32	2	4	5,7	12	42	
9 5	5,9	17,7	55	2,4	7,3	10	3	32	2	4	5,7	12	42	
9 4	6,1	18,2	57	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	12	44	
9 1,6	6,5	19,4	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48	
10 1,1	6,5	19,6	61	2,4	7,3	12	4	39	2	5	5,7	14	49	
10 -1,2	6,9	20,8	65	2,4	7,3	13	4	42	2	5	5,7	15	52	
10 -2	7,0	21,1	66	2,4	7,3	14	5	43	2	5	5,7	15	53	
10 -0,3	6,8	20,3	63	2,4	7,3	13	4	41	2	5	5,7	15	51	
10 1,8	6,4	19,3	60	2,4	7,3	12	4	37	2	5	5,7	14	47	
10 -0,2	6,8	20,3	63	2,4	7,3	13	4	41	2	5	5,7	15	51	
10 -0,1	6,7	20,2	63	2,4	7,3	13	4	40	2	5	5,7	15	50	
10 0,2	6,7	20,1	63	2,4	7,3	13	4	40	2	5	5,7	14	50	
11 0	6,7	20,2	63	2,4	7,3	13	4	40	2	5	5,7	14	50	
11 0,1	6,7	20,1	63	2,4	7,3	13	4	40	2	5	5,7	14	50	
11 0,5	6,6	19,9	62	2,4	7,3	13	4	39	2	5	5,7	14	49	
11 1,7	6,4	19,3	60	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48	
11 4	6,1	18,2	57	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	12	44	
11 6,6	5,6	16,9	53	2,4	7,3	10	3	30	2	4	5,7	11	40	



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
11	6,4	5,7	17,0	53	2,4	7,3	10	3	30	2	4	5,7	11	40
11	5,5	5,8	17,4	54	2,4	7,3	10	3	32	2	4	5,7	12	42
12	3,8	6,1	18,3	57	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	13	44
12	1,7	6,4	19,3	60	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
12	0,7	6,6	19,8	62	2,4	7,3	13	4	39	2	5	5,7	14	49
12	0,4	6,7	20,0	62	2,4	7,3	13	4	40	2	5	5,7	14	50
12	1,9	6,4	19,2	60	2,4	7,3	12	4	37	2	5	5,7	14	47
12	2,7	6,3	18,8	59	2,4	7,3	12	4	36	2	4	5,7	13	46
12	3,8	6,1	18,3	57	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	13	44
12	4,1	6,0	18,1	57	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	12	44
13	3,5	6,1	18,4	58	2,4	7,3	11	4	35	2	4	5,7	13	45
13	3,9	6,1	18,2	57	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	13	44
13	3,4	6,2	18,5	58	2,4	7,3	11	4	35	2	4	5,7	13	45
13	3,4	6,2	18,5	58	2,4	7,3	11	4	35	2	4	5,7	13	45
13	7,2	5,5	16,6	52	2,4	7,3	9	3	29	2	4	5,7	11	39
13	10,8	4,9	14,8	46	2,4	7,3	8	3	24	2	3	5,7	9	34
13	9,1	5,2	15,7	49	2,4	7,3	8	3	26	2	3	5,7	10	36
13	6,8	5,6	16,8	52	2,4	7,3	10	3	30	2	4	5,7	11	40
14	4,4	6,0	18,0	56	2,4	7,3	11	4	33	2	4	5,7	12	43
14	0,5	6,6	19,9	62	2,4	7,3	13	4	39	2	5	5,7	14	49
14	-0,4	6,8	20,4	64	2,4	7,3	13	4	41	2	5	5,7	15	51
14	4,7	5,9	17,8	56	2,4	7,3	11	4	33	2	4	5,7	12	43
14	11,4	4,8	14,5	45	2,4	7,3	7	2	23	2	3	5,7	9	33
14	14,1	4,4	13,2	41	2,4	7,3	6	2	18	2	2	5,7	7	28
14	13,4	4,5	13,5	42	2,4	7,3	6	2	19	2	3	5,7	8	29
14	8,3	5,3	16,0	50	2,4	7,3	9	3	27	2	3	5,7	10	37
15	5,9	5,7	17,2	54	2,4	7,3	10	3	31	2	4	5,7	12	41
15	2,9	6,2	18,7	59	2,4	7,3	11	4	36	2	4	5,7	13	46
15	1,3	6,5	19,5	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
15	8,5	5,3	15,9	50	2,4	7,3	9	3	27	2	3	5,7	10	37
15	15,8	4,1	12,3	39	2,4	7,3	5	2	16	2	2	5,7	7	26
15	16,8	3,9	11,8	37	2,4	7,3	5	2	14	2	2	5,7	6	24
15	13,9	4,4	13,3	41	2,4	7,3	6	2	19	2	3	5,7	8	29
15	10,5	5,0	15,0	47	2,4	7,3	8	3	24	2	3	5,7	9	34
16	10,2	5,0	15,1	47	2,4	7,3	8	3	24	2	3	5,7	9	34
16	9,9	5,1	15,3	48	2,4	7,3	8	3	25	2	3	5,7	10	35
16	7,8	5,4	16,3	51	2,4	7,3	9	3	28	2	4	5,7	11	38
16	12,7	4,6	13,9	43	2,4	7,3	7	2	21	2	3	5,7	8	31
16	17,7	3,8	11,4	36	2,4	7,3	4	1	13	2	2	5,7	6	23
16	18,3	3,7	11,1	35	2,4	7,3	4	1	12	2	2	5,7	5	22
16	14,9	4,3	12,8	40	2,4	7,3	5	2	17	2	2	5,7	7	27
16	10,5	5,0	15,0	47	2,4	7,3	8	3	24	2	3	5,7	9	34
17	7,5	5,5	16,4	51	2,4	7,3	9	3	29	2	4	5,7	11	39
17	6,2	5,7	17,1	53	2,4	7,3	10	3	31	2	4	5,7	11	41
17	3,3	6,2	18,5	58	2,4	7,3	11	4	35	2	4	5,7	13	45
17	2,2	6,4	19,1	60	2,4	7,3	12	4	37	2	4	5,7	13	47

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	2,3	6,3	19,0	59	2,4	7,3	12	4	37	2	4	5,7	13	47
17	2,2	6,4	19,1	60	2,4	7,3	12	4	37	2	4	5,7	13	47
17	2,2	6,4	19,1	60	2,4	7,3	12	4	37	2	4	5,7	13	47
17	1,8	6,4	19,3	60	2,4	7,3	12	4	37	2	5	5,7	14	47
18	1,7	6,4	19,3	60	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
18	1,4	6,5	19,5	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
18	1,2	6,5	19,6	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
18	1,3	6,5	19,5	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
18	1,3	6,5	19,5	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
18	2,2	6,4	19,1	60	2,4	7,3	12	4	37	2	4	5,7	13	47
18	2,5	6,3	18,9	59	2,4	7,3	12	4	36	2	4	5,7	13	46
18	1,7	6,4	19,3	60	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
19	1,4	6,5	19,5	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
19	1,1	6,5	19,6	61	2,4	7,3	12	4	39	2	5	5,7	14	49
19	0,9	6,6	19,7	62	2,4	7,3	12	4	39	2	5	5,7	14	49
19	1,2	6,5	19,6	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
19	2,6	6,3	18,9	59	2,4	7,3	12	4	36	2	4	5,7	13	46
19	3,7	6,1	18,3	57	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	13	44
19	3,2	6,2	18,6	58	2,4	7,3	11	4	35	2	4	5,7	13	45
19	2,6	6,3	18,9	59	2,4	7,3	12	4	36	2	4	5,7	13	46
20	2,4	6,3	19,0	59	2,4	7,3	12	4	37	2	4	5,7	13	47
20	2,2	6,4	19,1	60	2,4	7,3	12	4	37	2	4	5,7	13	47
20	2,2	6,4	19,1	60	2,4	7,3	12	4	37	2	4	5,7	13	47
20	3,1	6,2	18,6	58	2,4	7,3	11	4	35	2	4	5,7	13	45
20	5,1	5,9	17,6	55	2,4	7,3	10	3	32	2	4	5,7	12	42
20	6,3	5,7	17,0	53	2,4	7,3	10	3	30	2	4	5,7	11	40
20	6,3	5,7	17,0	53	2,4	7,3	10	3	30	2	4	5,7	11	40
20	5,3	5,8	17,5	55	2,4	7,3	10	3	32	2	4	5,7	12	42
21	2,9	6,2	18,7	59	2,4	7,3	11	4	36	2	4	5,7	13	46
21	3,1	6,2	18,6	58	2,4	7,3	11	4	35	2	4	5,7	13	45
21	4,2	6,0	18,1	56	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	12	44
21	5	5,9	17,7	55	2,4	7,3	10	3	32	2	4	5,7	12	42
21	6,3	5,7	17,0	53	2,4	7,3	10	3	30	2	4	5,7	11	40
21	5,6	5,8	17,4	54	2,4	7,3	10	3	32	2	4	5,7	12	42
21	4,9	5,9	17,7	55	2,4	7,3	10	3	33	2	4	5,7	12	43
21	2,5	6,3	18,9	59	2,4	7,3	12	4	36	2	4	5,7	13	46
22	1,2	6,5	19,6	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
22	0,5	6,6	19,9	62	2,4	7,3	13	4	39	2	5	5,7	14	49
22	0,9	6,6	19,7	62	2,4	7,3	12	4	39	2	5	5,7	14	49
22	0,8	6,6	19,8	62	2,4	7,3	12	4	39	2	5	5,7	14	49
22	1,7	6,4	19,3	60	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
22	4,3	6,0	18,0	56	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	12	44
22	3,9	6,1	18,2	57	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	13	44
22	2,5	6,3	18,9	59	2,4	7,3	12	4	36	2	4	5,7	13	46
23	1,4	6,5	19,5	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
23	-1,1	6,9	20,7	65	2,4	7,3	13	4	42	2	5	5,7	15	52

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
23	-1,9	7,0	21,1	66	2,4	7,3	14	5	43	2	5	5,7	15	53
23	3,4	6,2	18,5	58	2,4	7,3	11	4	35	2	4	5,7	13	45
23	5,5	5,8	17,4	54	2,4	7,3	10	3	32	2	4	5,7	12	42
23	8,6	5,3	15,9	50	2,4	7,3	9	3	27	2	3	5,7	10	37
23	8,1	5,4	16,1	50	2,4	7,3	9	3	28	2	3	5,7	10	38
23	7,6	5,5	16,4	51	2,4	7,3	9	3	28	2	4	5,7	11	38
24	7,2	5,5	16,6	52	2,4	7,3	9	3	29	2	4	5,7	11	39
24	5,7	5,8	17,3	54	2,4	7,3	10	3	31	2	4	5,7	12	41
24	5,2	5,9	17,6	55	2,4	7,3	10	3	32	2	4	5,7	12	42
24	5,9	5,7	17,2	54	2,4	7,3	10	3	31	2	4	5,7	12	41
24	9,3	5,2	15,6	49	2,4	7,3	8	3	26	2	3	5,7	10	36
24	11,5	4,8	14,5	45	2,4	7,3	7	2	22	2	3	5,7	9	32
24	9,8	5,1	15,3	48	2,4	7,3	8	3	25	2	3	5,7	10	35
24	8,7	5,3	15,9	50	2,4	7,3	9	3	27	2	3	5,7	10	37
25	8,7	5,3	15,9	50	2,4	7,3	9	3	27	2	3	5,7	10	37
25	8,5	5,3	15,9	50	2,4	7,3	9	3	27	2	3	5,7	10	37
25	8,9	5,3	15,8	49	2,4	7,3	8	3	26	2	3	5,7	10	36
25	8,7	5,3	15,9	50	2,4	7,3	9	3	27	2	3	5,7	10	37
25	10,7	5,0	14,9	46	2,4	7,3	8	3	24	2	3	5,7	9	34
25	12,2	4,7	14,1	44	2,4	7,3	7	2	21	2	3	5,7	8	31
25	11,9	4,8	14,3	45	2,4	7,3	7	2	22	2	3	5,7	9	32
25	8,6	5,3	15,9	50	2,4	7,3	9	3	27	2	3	5,7	10	37
26	8,8	5,3	15,8	49	2,4	7,3	9	3	27	2	3	5,7	10	37
26	8,9	5,3	15,8	49	2,4	7,3	8	3	26	2	3	5,7	10	36
26	8,8	5,3	15,8	49	2,4	7,3	9	3	27	2	3	5,7	10	37
26	11,8	4,8	14,3	45	2,4	7,3	7	2	22	2	3	5,7	9	32
26	15,1	4,2	12,7	40	2,4	7,3	5	2	17	2	2	5,7	7	27
26	15,8	4,1	12,3	39	2,4	7,3	5	2	16	2	2	5,7	7	26
26	14	4,4	13,2	41	2,4	7,3	6	2	19	2	3	5,7	8	29
26	12,7	4,6	13,9	43	2,4	7,3	7	2	21	2	3	5,7	8	31
27	12,9	4,6	13,8	43	2,4	7,3	6	2	20	2	3	5,7	8	30
27	12,4	4,7	14,0	44	2,4	7,3	7	2	21	2	3	5,7	8	31
27	12,2	4,7	14,1	44	2,4	7,3	7	2	21	2	3	5,7	8	31
27	14,2	4,4	13,1	41	2,4	7,3	6	2	18	2	2	5,7	7	28
27	14,8	4,3	12,8	40	2,4	7,3	6	2	17	2	2	5,7	7	27
27	12,2	4,7	14,1	44	2,4	7,3	7	2	21	2	3	5,7	8	31
27	5,6	5,8	17,4	54	2,4	7,3	10	3	32	2	4	5,7	12	42
27	2,7	6,3	18,8	59	2,4	7,3	12	4	36	2	4	5,7	13	46
28	1,5	6,5	19,4	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
28	1,2	6,5	19,6	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
28	0,8	6,6	19,8	62	2,4	7,3	12	4	39	2	5	5,7	14	49
28	1,4	6,5	19,5	61	2,4	7,3	12	4	38	2	5	5,7	14	48
28	3,7	6,1	18,3	57	2,4	7,3	11	4	34	2	4	5,7	13	44
28	6,3	5,7	17,0	53	2,4	7,3	10	3	30	2	4	5,7	11	40
28	4,6	6,0	17,9	56	2,4	7,3	11	4	33	2	4	5,7	12	43
28	3,4	6,2	18,5	58	2,4	7,3	11	4	35	2	4	5,7	13	45

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
29	3,2	6,2	18,6	58	2,4	7,3	11	4	35	2	4	5,7	13	45	
29	4,6	6,0	17,9	56	2,4	7,3	11	4	33	2	4	5,7	12	43	
29	4,9	5,9	17,7	55	2,4	7,3	10	3	33	2	4	5,7	12	43	
29	6,9	5,6	16,7	52	2,4	7,3	9	3	30	2	4	5,7	11	40	
29	13,4	4,5	13,5	42	2,4	7,3	6	2	19	2	3	5,7	8	29	
29	15,4	4,2	12,5	39	2,4	7,3	5	2	16	2	2	5,7	7	26	
29	14,8	4,3	12,8	40	2,4	7,3	6	2	17	2	2	5,7	7	27	
29	10,7	5,0	14,9	46	2,4	7,3	8	3	24	2	3	5,7	9	34	
30	7,9	5,4	16,2	51	2,4	7,3	9	3	28	2	4	5,7	11	38	
30	7,6	5,5	16,4	51	2,4	7,3	9	3	28	2	4	5,7	11	38	
30	8	5,4	16,2	51	2,4	7,3	9	3	28	2	3	5,7	10	38	
30	8,7	5,3	15,9	50	2,4	7,3	9	3	27	2	3	5,7	10	37	
30	10,8	4,9	14,8	46	2,4	7,3	8	3	24	2	3	5,7	9	34	
30	11,1	4,9	14,7	46	2,4	7,3	7	2	23	2	3	5,7	9	33	
30	11	4,9	14,7	46	2,4	7,3	7	2	23	2	3	5,7	9	33	
30	10,7	5,0	14,9	46	2,4	7,3	8	3	24	2	3	5,7	9	34	
31	9,6	5,1	15,4	48	2,4	7,3	8	3	25	2	3	5,7	10	35	
31	9,1	5,2	15,7	49	2,4	7,3	8	3	26	2	3	5,7	10	36	
31	9,6	5,1	15,4	48	2,4	7,3	8	3	25	2	3	5,7	10	35	
31	9,1	5,2	15,7	49	2,4	7,3	8	3	26	2	3	5,7	10	36	
31	9,6	5,1	15,4	48	2,4	7,3	8	3	25	2	3	5,7	10	35	
31	9,1	5,2	15,7	49	2,4	7,3	8	3	26	2	3	5,7	10	36	
31	9,6	5,1	15,4	48	2,4	7,3	8	3	25	2	3	5,7	10	35	
31	9,1	5,2	15,7	49	2,4	7,3	8	3	26	2	3	5,7	10	36	
			4439	1387			1814	2640		8235			1426	3040	10721
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	

<i>апрель</i>														
1	10,3	6,2	18,7	58	3,6	10,9	8	3	24	3	4	7,8	11	34
1	9,7	6,3	19,0	59	3,6	10,9	8	3	25	3	4	7,8	11	35
1	10,5	6,2	18,6	58	3,6	10,9	8	3	24	3	4	7,8	11	34
1	12	5,9	17,8	56	3,6	10,9	7	2	22	3	3	7,8	10	32
1	13,5	5,7	17,1	53	3,6	10,9	6	2	19	3	3	7,8	9	29
1	13,1	5,8	17,3	54	3,6	10,9	6	2	20	3	3	7,8	9	30
1	9,8	6,3	18,9	59	3,6	10,9	8	3	25	3	4	7,8	11	35
2	8,1	6,6	19,8	62	3,6	10,9	9	3	28	3	4	7,8	12	38
2	8,1	6,6	19,8	62	3,6	10,9	9	3	28	3	4	7,8	12	38
2	5,6	7,0	21,0	66	3,6	10,9	10	3	32	3	4	7,8	13	42
2	9	6,4	19,3	60	3,6	10,9	8	3	26	3	4	7,8	12	36
2	13,3	5,7	17,2	54	3,6	10,9	6	2	20	3	3	7,8	9	30
2	15	5,5	16,4	51	3,6	10,9	5	2	17	3	3	7,8	9	27
2	13,3	5,7	17,2	54	3,6	10,9	6	2	20	3	3	7,8	9	30
2	11,3	6,1	18,2	57	3,6	10,9	7	2	23	3	3	7,8	10	33
3	9,7	6,3	19,0	59	3,6	10,9	8	3	25	3	4	7,8	11	35
3	7,1	6,8	20,3	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39
3	6,2	6,9	20,7	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
36,5	6,9	20,6	64	3,6	10,9	10	3	30	3	4	7,8	13	40	
37,4	6,7	20,1	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39	
37,3	6,7	20,2	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39	
38,4	6,5	19,6	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37	
38,4	6,5	19,6	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37	
47,6	6,7	20,0	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39	
46,6	6,8	20,5	64	3,6	10,9	10	3	30	3	4	7,8	13	40	
46	6,9	20,8	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41	
47,2	6,7	20,2	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39	
410,3	6,2	18,7	58	3,6	10,9	8	3	24	3	4	7,8	11	34	
410,7	6,2	18,5	58	3,6	10,9	8	3	24	3	4	7,8	11	34	
49,3	6,4	19,2	60	3,6	10,9	8	3	26	3	4	7,8	11	36	
48	6,6	19,8	62	3,6	10,9	9	3	28	3	4	7,8	12	38	
56,3	6,9	20,7	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41	
54,8	7,1	21,4	67	3,6	10,9	11	4	33	3	5	7,8	14	43	
54,3	7,2	21,7	68	3,6	10,9	11	4	34	3	5	7,8	14	44	
55,6	7,0	21,0	66	3,6	10,9	10	3	32	3	4	7,8	13	42	
58,6	6,5	19,5	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37	
59,2	6,4	19,2	60	3,6	10,9	8	3	26	3	4	7,8	11	36	
56,9	6,8	20,4	64	3,6	10,9	10	3	30	3	4	7,8	13	40	
56,7	6,8	20,5	64	3,6	10,9	10	3	30	3	4	7,8	13	40	
67	6,8	20,3	64	3,6	10,9	9	3	30	3	4	7,8	13	40	
67,4	6,7	20,1	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39	
65,8	7,0	20,9	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41	
64,6	7,2	21,5	67	3,6	10,9	11	4	33	3	5	7,8	14	43	
64,8	7,1	21,4	67	3,6	10,9	11	4	33	3	5	7,8	14	43	
66,3	6,9	20,7	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41	
67,3	6,7	20,2	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39	
65,8	7,0	20,9	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41	
76	6,9	20,8	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41	
76,3	6,9	20,7	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41	
76,3	6,9	20,7	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41	
77,7	6,7	20,0	62	3,6	10,9	9	3	28	3	4	7,8	12	38	
78,7	6,5	19,5	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37	
79,3	6,4	19,2	60	3,6	10,9	8	3	26	3	4	7,8	11	36	
78,6	6,5	19,5	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37	
78,4	6,5	19,6	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37	
89,1	6,4	19,3	60	3,6	10,9	8	3	26	3	4	7,8	11	36	
88,9	6,5	19,4	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37	
88,9	6,5	19,4	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37	
811	6,1	18,3	57	3,6	10,9	7	2	23	3	4	7,8	11	33	
812	5,9	17,8	56	3,6	10,9	7	2	22	3	3	7,8	10	32	
812	5,9	17,8	56	3,6	10,9	7	2	22	3	3	7,8	10	32	
88,9	6,5	19,4	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37	
86,1	6,9	20,8	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41	
96,4	5,7	17,0	53	2,4	7,3	10	3	30	3	3	7,8	9	40	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9	6	5,7	17,2	54	2,4	7,3	10	3	31	3	3	7,8	9	41
9	6,3	6,9	20,7	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41
9	10	6,3	18,8	59	3,6	10,9	8	3	25	3	4	7,8	11	35
9	8,7	6,5	19,5	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37
9	7,8	6,6	19,9	62	3,6	10,9	9	3	28	3	4	7,8	12	38
9	6,9	6,8	20,4	64	3,6	10,9	10	3	30	3	4	7,8	13	40
9	8	6,6	19,8	62	3,6	10,9	9	3	28	3	4	7,8	12	38
10	7,1	6,8	20,3	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39
10	6,8	6,8	20,4	64	3,6	10,9	10	3	30	3	4	7,8	13	40
10	5,6	7,0	21,0	66	3,6	10,9	10	3	32	3	4	7,8	13	42
10	9,2	6,4	19,2	60	3,6	10,9	8	3	26	3	4	7,8	11	36
10	5,5	7,0	21,1	66	3,6	10,9	10	3	32	3	4	7,8	13	42
10	9,9	6,3	18,9	59	3,6	10,9	8	3	25	3	4	7,8	11	35
10	9,6	6,3	19,0	59	3,6	10,9	8	3	26	3	4	7,8	11	36
10	7,8	6,6	19,9	62	3,6	10,9	9	3	28	3	4	7,8	12	38
11	5	7,1	21,3	67	3,6	10,9	10	3	33	3	5	7,8	14	43
11	2,9	7,5	22,4	70	3,6	10,9	12	4	36	3	5	7,8	15	46
11	2,9	7,5	22,4	70	3,6	10,9	12	4	36	3	5	7,8	15	46
11	7,4	6,7	20,1	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39
11	7,8	6,6	19,9	62	3,6	10,9	9	3	28	3	4	7,8	12	38
11	7,1	6,8	20,3	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39
11	8,5	6,5	19,6	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37
11	5,3	7,1	21,2	66	3,6	10,9	10	3	32	3	4	7,8	13	42
12	4,1	7,3	21,8	68	3,6	10,9	11	4	34	3	5	7,8	14	44
12	4,2	7,2	21,7	68	3,6	10,9	11	4	34	3	5	7,8	14	44
12	3,4	7,4	22,1	69	3,6	10,9	11	4	35	3	5	7,8	14	45
12	7,5	6,7	20,1	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39
12	10,5	6,2	18,6	58	3,6	10,9	8	3	24	3	4	7,8	11	34
12	10,1	6,3	18,8	59	3,6	10,9	8	3	25	3	4	7,8	11	35
12	8,5	6,5	19,6	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37
12	6,7	6,8	20,5	64	3,6	10,9	10	3	30	3	4	7,8	13	40
13	5,9	7,0	20,9	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41
13	3,8	7,3	21,9	69	3,6	10,9	11	4	35	3	5	7,8	14	45
13	2,7	7,5	22,5	70	3,6	10,9	12	4	36	3	5	7,8	15	46
13	8	6,6	19,8	62	3,6	10,9	9	3	28	3	4	7,8	12	38
13	11,5	6,0	18,1	57	3,6	10,9	7	2	23	3	3	7,8	10	33
13	12	5,9	17,8	56	3,6	10,9	7	2	22	3	3	7,8	10	32
13	10,9	6,1	18,4	57	3,6	10,9	8	3	23	3	4	7,8	11	33
13	7,3	6,7	20,2	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39
14	6	6,9	20,8	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41
14	5,7	7,0	21,0	66	3,6	10,9	10	3	32	3	4	7,8	13	42
14	5,1	7,1	21,3	67	3,6	10,9	10	3	33	3	4	7,8	13	43
14	10,6	6,2	18,5	58	3,6	10,9	8	3	24	3	4	7,8	11	34
14	17,1	5,1	15,3	48	3,6	10,9	4	1	14	3	3	7,8	8	24
14	19,4	4,7	14,2	44	3,6	10,9	3	1	10	3	2	7,8	6	20
14	17,8	5,0	15,0	47	3,6	10,9	4	1	13	3	2	7,8	7	23

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14	17,2	5,1	15,3	48	3,6	10,9	4	1	14	3	2	7,8	7	24
15	14,3	5,6	16,7	52	3,6	10,9	6	2	18	3	3	7,8	9	28
15	13,5	5,7	17,1	53	3,6	10,9	6	2	19	3	3	7,8	9	29
15	11,2	6,1	18,2	57	3,6	10,9	7	2	23	3	3	7,8	10	33
15	10,5	6,2	18,6	58	3,6	10,9	8	3	24	3	4	7,8	11	34
15	13,3	5,7	17,2	54	3,6	10,9	6	2	20	3	3	7,8	9	30
15	13,7	5,7	17,0	53	3,6	10,9	6	2	19	3	3	7,8	9	29
15	12,3	5,9	17,7	55	3,6	10,9	7	2	21	3	3	7,8	10	31
15	9,8	6,3	18,9	59	3,6	10,9	8	3	25	3	4	7,8	11	35
16	8,5	6,5	19,6	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37
16	8,4	6,5	19,6	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37
16	9,1	6,4	19,3	60	3,6	10,9	8	3	26	3	4	7,8	11	36
16	8,4	6,5	19,6	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37
16	10,8	6,1	18,4	58	3,6	10,9	8	3	24	3	4	7,8	11	34
16	10,5	6,2	18,6	58	3,6	10,9	8	3	24	3	4	7,8	11	34
16	10	6,3	18,8	59	3,6	10,9	8	3	25	3	4	7,8	11	35
16	9,3	6,4	19,2	60	3,6	10,9	8	3	26	3	4	7,8	11	36
17	7,6	6,7	20,0	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39
17	7,4	6,7	20,1	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39
17	7	6,8	20,3	64	3,6	10,9	9	3	30	3	4	7,8	13	40
17	9,8	6,3	18,9	59	3,6	10,9	8	3	25	3	4	7,8	11	35
17	11,8	6,0	17,9	56	3,6	10,9	7	2	22	3	3	7,8	10	32
17	13,8	5,6	16,9	53	3,6	10,9	6	2	19	3	3	7,8	9	29
17	11,8	6,0	17,9	56	3,6	10,9	7	2	22	3	3	7,8	10	32
17	9,4	6,4	19,1	60	3,6	10,9	8	3	26	3	4	7,8	11	36
18	5,9	7,0	20,9	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41
18	4,4	7,2	21,6	68	3,6	10,9	11	4	34	3	5	7,8	14	44
18	3,4	7,4	22,1	69	3,6	10,9	11	4	35	3	5	7,8	14	45
18	10,7	6,2	18,5	58	3,6	10,9	8	3	24	3	4	7,8	11	34
18	14,2	5,6	16,7	52	3,6	10,9	6	2	18	3	3	7,8	9	28
18	16,8	5,2	15,5	48	3,6	10,9	5	2	14	3	3	7,8	8	24
18	15,9	5,3	15,9	50	3,6	10,9	5	2	16	3	3	7,8	8	26
18	11,4	6,0	18,1	57	3,6	10,9	7	2	23	3	3	7,8	10	33
19	8,7	6,5	19,5	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37
19	8,2	6,6	19,7	62	3,6	10,9	9	3	28	3	4	7,8	12	38
19	8,4	6,5	19,6	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37
19	12,9	5,8	17,4	54	3,6	10,9	7	2	20	3	3	7,8	10	30
19	17,2	5,1	15,3	48	3,6	10,9	4	1	14	3	2	7,8	7	24
19	18,3	4,9	14,7	46	3,6	10,9	4	1	12	3	2	7,8	7	22
19	18	5,0	14,9	46	3,6	10,9	4	1	12	3	2	7,8	7	22
19	15,1	5,4	16,3	51	3,6	10,9	5	2	17	3	3	7,8	9	27
20	12,5	5,9	17,6	55	3,6	10,9	7	2	21	3	3	7,8	10	31
20	10,7	6,2	18,5	58	3,6	10,9	8	3	24	3	4	7,8	11	34
20	10,2	6,2	18,7	59	3,6	10,9	8	3	25	3	4	7,8	11	35
20	11,5	6,0	18,1	57	3,6	10,9	7	2	23	3	3	7,8	10	33
20	9	6,4	19,3	60	3,6	10,9	8	3	26	3	4	7,8	12	36

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
20	6,9	6,8	20,4	64	3,6	10,9	10	3	30	3	4	7,8	13	40
20	5,8	7,0	20,9	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41
20	4,7	7,2	21,5	67	3,6	10,9	11	4	33	3	5	7,8	14	43
21	4,3	7,2	21,7	68	3,6	10,9	11	4	34	3	5	7,8	14	44
21	4,8	7,1	21,4	67	3,6	10,9	11	4	33	3	5	7,8	14	43
21	4,6	7,2	21,5	67	3,6	10,9	11	4	33	3	5	7,8	14	43
21	8,3	6,6	19,7	62	3,6	10,9	9	3	28	3	4	7,8	12	38
21	11,2	6,1	18,2	57	3,6	10,9	7	2	23	3	3	7,8	10	33
21	11,6	6,0	18,0	56	3,6	10,9	7	2	22	3	3	7,8	10	32
21	10,8	6,1	18,4	58	3,6	10,9	8	3	24	3	4	7,8	11	34
21	7,5	6,7	20,1	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39
22	4,9	7,1	21,4	67	3,6	10,9	11	4	33	3	5	7,8	14	43
22	3,7	7,3	22,0	69	3,6	10,9	11	4	35	3	5	7,8	14	45
22	2,6	7,5	22,5	70	3,6	10,9	12	4	36	3	5	7,8	15	46
22	10	6,3	18,8	59	3,6	10,9	8	3	25	3	4	7,8	11	35
22	13	5,8	17,3	54	3,6	10,9	6	2	20	3	3	7,8	10	30
22	13,8	5,6	16,9	53	3,6	10,9	6	2	19	3	3	7,8	9	29
22	12,8	5,8	17,4	55	3,6	10,9	7	2	21	3	3	7,8	10	31
22	10,1	6,3	18,8	59	3,6	10,9	8	3	25	3	4	7,8	11	35
23	8,2	6,6	19,7	62	3,6	10,9	9	3	28	3	4	7,8	12	38
23	7	6,8	20,3	64	3,6	10,9	9	3	30	3	4	7,8	13	40
23	5,3	7,1	21,2	66	3,6	10,9	10	3	32	3	4	7,8	13	42
23	9,3	6,4	19,2	60	3,6	10,9	8	3	26	3	4	7,8	11	36
23	12,3	5,9	17,7	55	3,6	10,9	7	2	21	3	3	7,8	10	31
23	11,2	6,1	18,2	57	3,6	10,9	7	2	23	3	3	7,8	10	33
23	10,1	6,3	18,8	59	3,6	10,9	8	3	25	3	4	7,8	11	35
23	8,6	6,5	19,5	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37
24	6,5	6,9	20,6	64	3,6	10,9	10	3	30	3	4	7,8	13	40
24	5,9	7,0	20,9	65	3,6	10,9	10	3	31	3	4	7,8	13	41
24	5	7,1	21,3	67	3,6	10,9	10	3	33	3	5	7,8	14	43
24	10,8	6,1	18,4	58	3,6	10,9	8	3	24	3	4	7,8	11	34
24	11,9	6,0	17,9	56	3,6	10,9	7	2	22	3	3	7,8	10	32
24	13	5,8	17,3	54	3,6	10,9	6	2	20	3	3	7,8	10	30
24	13	5,8	17,3	54	3,6	10,9	6	2	20	3	3	7,8	10	30
24	9,4	6,4	19,1	60	3,6	10,9	8	3	26	3	4	7,8	11	36
25	7,1	6,8	20,3	63	3,6	10,9	9	3	29	3	4	7,8	12	39
25	5	7,1	21,3	67	3,6	10,9	10	3	33	3	5	7,8	14	43
25	3,8	7,3	21,9	69	3,6	10,9	11	4	35	3	5	7,8	14	45
25	12,3	5,9	17,7	55	3,6	10,9	7	2	21	3	3	7,8	10	31
25	18,1	4,9	14,8	46	3,6	10,9	4	1	12	3	2	7,8	7	22
25	20,3	4,6	13,7	43	3,6	10,9	3	1	9	3	2	7,8	6	19
25	19	4,8	14,4	45	3,6	10,9	3	1	11	3	2	7,8	7	21
25	14,3	5,6	16,7	52	3,6	10,9	6	2	18	3	3	7,8	9	28
26	11,1	6,1	18,3	57	3,6	10,9	7	2	23	3	3	7,8	10	33
26	8,9	6,5	19,4	61	3,6	10,9	9	3	27	3	4	7,8	12	37
26	6,8	6,8	20,4	64	3,6	10,9	10	3	30	3	4	7,8	13	40





1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	18,1	7,4	22,1	69	6,0	18,1	4	1	13	5	2	15,7	6	23
1	15,6	7,8	23,4	73	6,0	18,1	5	2	17	5	3	15,7	8	27
2	14	8,1	24,2	76	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	9	29
2	11,2	8,5	25,6	80	6,0	18,1	8	3	24	5	3	15,7	10	34
2	11	8,6	25,7	80	6,0	18,1	8	3	24	5	3	15,7	10	34
2	12,2	8,4	25,1	78	6,0	18,1	7	2	22	5	3	15,7	9	32
2	15,2	7,9	23,6	74	6,0	18,1	6	2	17	5	3	15,7	8	27
2	19,8	7,1	21,2	66	6,0	18,1	3	1	10	5	2	15,7	6	20
2	20,1	7,0	21,1	66	6,0	18,1	3	1	9	5	2	15,7	5	19
2	15,4	7,8	23,5	73	6,0	18,1	5	2	17	5	3	15,7	8	27
3	13,2	8,2	24,6	77	6,0	18,1	7	2	20	5	3	15,7	9	30
3	11,3	8,5	25,5	80	6,0	18,1	7	2	23	5	3	15,7	10	33
3	12,5	8,3	24,9	78	6,0	18,1	7	2	22	5	3	15,7	9	32
3	16,8	7,6	22,7	71	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
3	21,9	6,7	20,1	63	6,0	18,1	2	1	7	5	1	15,7	4	17
3	21	6,9	20,6	64	6,0	18,1	3	1	8	5	2	15,7	5	18
3	19,8	7,1	21,2	66	6,0	18,1	3	1	10	5	2	15,7	6	20
3	17,7	7,4	22,3	70	6,0	18,1	4	1	13	5	2	15,7	7	23
4	13,8	8,1	24,3	76	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	9	29
4	12,5	8,3	24,9	78	6,0	18,1	7	2	22	5	3	15,7	9	32
4	10,9	8,6	25,8	80	6,0	18,1	8	3	24	5	3	15,7	10	34
4	18,7	7,3	21,8	68	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
4	23,9	6,4	19,1	60	6,0	18,1	1	0	3	5	1	15,7	3	13
4	21,4	6,8	20,4	64	6,0	18,1	2	1	7	5	2	15,7	5	17
4	20	7,0	21,1	66	6,0	18,1	3	1	10	5	2	15,7	5	20
4	17,5	7,5	22,4	70	6,0	18,1	4	1	14	5	2	15,7	7	24
5	16,2	7,7	23,0	72	6,0	18,1	5	2	16	5	2	15,7	7	26
5	15,1	7,9	23,6	74	6,0	18,1	6	2	17	5	3	15,7	8	27
5	14,5	8,0	23,9	75	6,0	18,1	6	2	18	5	3	15,7	8	28
5	16,2	7,7	23,0	72	6,0	18,1	5	2	16	5	2	15,7	7	26
5	16,4	7,6	22,9	72	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
5	17,1	7,5	22,6	71	6,0	18,1	5	2	14	5	2	15,7	7	24
5	17	7,5	22,6	71	6,0	18,1	5	2	14	5	2	15,7	7	24
5	15,9	7,7	23,2	73	6,0	18,1	5	2	16	5	3	15,7	8	26
6	14,7	7,9	23,8	74	6,0	18,1	6	2	18	5	3	15,7	8	28
6	13,9	8,1	24,2	76	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	9	29
6	13,6	8,1	24,4	76	6,0	18,1	6	2	20	5	3	15,7	9	30
6	14,5	8,0	23,9	75	6,0	18,1	6	2	18	5	3	15,7	8	28
6	14,3	8,0	24,0	75	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	8	29
6	15,3	7,8	23,5	73	6,0	18,1	5	2	17	5	3	15,7	8	27
6	13,7	8,1	24,3	76	6,0	18,1	6	2	20	5	3	15,7	9	30
6	11,8	8,4	25,3	79	6,0	18,1	7	2	23	5	3	15,7	10	33
7	10,9	8,6	25,8	80	6,0	18,1	8	3	24	5	3	15,7	10	34
7	10,3	8,7	26,1	81	6,0	18,1	8	3	25	5	3	15,7	10	35
7	9,1	8,9	26,7	83	6,0	18,1	9	3	27	5	4	15,7	11	37
7	11,4	8,5	25,5	80	6,0	18,1	7	2	23	5	3	15,7	10	33

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	13,2	8,2	24,6	77	6,0	18,1	7	2	20	5	3	15,7	9	30
7	14,5	8,0	23,9	75	6,0	18,1	6	2	18	5	3	15,7	8	28
7	13,6	8,1	24,4	76	6,0	18,1	6	2	20	5	3	15,7	9	30
7	11	8,6	25,7	80	6,0	18,1	8	3	24	5	3	15,7	10	34
8	9,9	8,8	26,3	82	6,0	18,1	8	3	26	5	4	15,7	11	36
8	9,2	8,9	26,6	83	6,0	18,1	9	3	27	5	4	15,7	11	37
8	9,2	8,9	26,6	83	6,0	18,1	9	3	27	5	4	15,7	11	37
8	14,8	7,9	23,8	74	6,0	18,1	6	2	18	5	3	15,7	8	28
8	16,3	7,7	23,0	72	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
8	15,4	7,8	23,5	73	6,0	18,1	5	2	17	5	3	15,7	8	27
8	13,9	8,1	24,2	76	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	9	29
8	11,7	8,4	25,3	79	6,0	18,1	7	2	23	5	3	15,7	10	33
9	10,7	5,0	14,9	46	2,4	7,3	8	3	24	2	3	5,7	9	34
9	9,7	5,1	15,4	48	2,4	7,3	8	3	25	2	3	5,7	10	35
9	9,7	5,1	15,4	48	2,4	7,3	8	3	25	2	3	5,7	10	35
9	12	8,4	25,2	79	6,0	18,1	7	2	22	5	3	15,7	10	32
9	14,1	8,0	24,1	75	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	8	29
9	14,9	7,9	23,7	74	6,0	18,1	6	2	18	5	3	15,7	8	28
9	15	7,9	23,7	74	6,0	18,1	6	2	18	5	3	15,7	8	28
9	11,8	8,4	25,3	79	6,0	18,1	7	2	23	5	3	15,7	10	33
10	10,8	8,6	25,8	81	6,0	18,1	8	3	24	5	3	15,7	10	34
10	10,1	8,7	26,2	82	6,0	18,1	8	3	25	5	4	15,7	11	35
10	10,1	8,7	26,2	82	6,0	18,1	8	3	25	5	4	15,7	11	35
10	11,2	8,5	25,6	80	6,0	18,1	8	3	24	5	3	15,7	10	34
10	13,1	8,2	24,6	77	6,0	18,1	7	2	21	5	3	15,7	9	31
10	15,9	7,7	23,2	73	6,0	18,1	5	2	16	5	3	15,7	8	26
10	12,1	8,4	25,1	79	6,0	18,1	7	2	22	5	3	15,7	9	32
10	11,4	8,5	25,5	80	6,0	18,1	7	2	23	5	3	15,7	10	33
11	9,2	8,9	26,6	83	6,0	18,1	9	3	27	5	4	15,7	11	37
11	8,2	9,0	27,1	85	6,0	18,1	9	3	28	5	4	15,7	11	38
11	7,1	9,2	27,7	87	6,0	18,1	10	3	30	5	4	15,7	12	40
11	14	8,1	24,2	76	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	9	29
11	17,4	7,5	22,4	70	6,0	18,1	4	1	14	5	2	15,7	7	24
11	18,7	7,3	21,8	68	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
11	18,9	7,2	21,7	68	6,0	18,1	4	1	11	5	2	15,7	6	21
11	14,8	7,9	23,8	74	6,0	18,1	6	2	18	5	3	15,7	8	28
12	12,6	8,3	24,9	78	6,0	18,1	7	2	21	5	3	15,7	9	31
12	12,5	8,3	24,9	78	6,0	18,1	7	2	22	5	3	15,7	9	32
12	12,7	8,3	24,8	78	6,0	18,1	7	2	21	5	3	15,7	9	31
12	15,2	7,9	23,6	74	6,0	18,1	6	2	17	5	3	15,7	8	27
12	16,4	7,6	22,9	72	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
12	15,6	7,8	23,4	73	6,0	18,1	5	2	17	5	3	15,7	8	27
12	14,1	8,0	24,1	75	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	8	29
12	13,3	8,2	24,5	77	6,0	18,1	6	2	20	5	3	15,7	9	30
13	12,5	8,3	24,9	78	6,0	18,1	7	2	22	5	3	15,7	9	32
13	12,5	8,3	24,9	78	6,0	18,1	7	2	22	5	3	15,7	9	32

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13	12,3	8,3	25,0	78	6,0	18,1	7	2	22	5	3	15,7	9	32
13	14,2	8,0	24,1	75	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	8	29
13	17,4	7,5	22,4	70	6,0	18,1	4	1	14	5	2	15,7	7	24
13	18	7,4	22,1	69	6,0	18,1	4	1	13	5	2	15,7	6	23
13	15,2	7,9	23,6	74	6,0	18,1	6	2	17	5	3	15,7	8	27
13	15,4	7,8	23,5	73	6,0	18,1	5	2	17	5	3	15,7	8	27
14	14,1	8,0	24,1	75	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	8	29
14	13,5	8,1	24,4	76	6,0	18,1	6	2	20	5	3	15,7	9	30
14	13,2	8,2	24,6	77	6,0	18,1	7	2	20	5	3	15,7	9	30
14	14,4	8,0	24,0	75	6,0	18,1	6	2	18	5	3	15,7	8	28
14	17,5	7,5	22,4	70	6,0	18,1	4	1	14	5	2	15,7	7	24
14	20,6	6,9	20,8	65	6,0	18,1	3	1	9	5	2	15,7	5	19
14	16,9	7,6	22,7	71	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
14	15,3	7,8	23,5	73	6,0	18,1	5	2	17	5	3	15,7	8	27
15	15,3	7,8	23,5	73	6,0	18,1	5	2	17	5	3	15,7	8	27
15	13,9	8,1	24,2	76	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	9	29
15	13,7	8,1	24,3	76	6,0	18,1	6	2	20	5	3	15,7	9	30
15	16,5	7,6	22,9	72	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
15	18,5	7,3	21,9	68	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
15	14,5	8,0	23,9	75	6,0	18,1	6	2	18	5	3	15,7	8	28
15	18,6	7,3	21,8	68	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
15	14,5	8,0	23,9	75	6,0	18,1	6	2	18	5	3	15,7	8	28
16	12,5	8,3	24,9	78	6,0	18,1	7	2	22	5	3	15,7	9	32
16	11,8	8,4	25,3	79	6,0	18,1	7	2	23	5	3	15,7	10	33
16	12,9	8,2	24,7	77	6,0	18,1	7	2	21	5	3	15,7	9	31
16	17,4	7,5	22,4	70	6,0	18,1	4	1	14	5	2	15,7	7	24
16	19,4	7,1	21,4	67	6,0	18,1	3	1	11	5	2	15,7	6	21
16	20,9	6,9	20,7	65	6,0	18,1	3	1	8	5	2	15,7	5	18
16	21,2	6,8	20,5	64	6,0	18,1	2	1	8	5	2	15,7	5	18
16	15,7	7,8	23,3	73	6,0	18,1	5	2	16	5	3	15,7	8	26
17	13,1	8,2	24,6	77	6,0	18,1	7	2	21	5	3	15,7	9	31
17	11,6	8,5	25,4	79	6,0	18,1	7	2	23	5	3	15,7	10	33
17	12,3	8,3	25,0	78	6,0	18,1	7	2	22	5	3	15,7	9	32
17	18,4	7,3	21,9	69	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
17	22,2	6,7	20,0	62	6,0	18,1	2	1	6	5	1	15,7	4	16
17	24,7	6,2	18,7	58	6,0	18,1	1	0	2	5	1	15,7	3	12
17	24,2	6,3	19,0	59	6,0	18,1	1	0	3	5	1	15,7	3	13
17	19,9	7,1	21,2	66	6,0	18,1	3	1	10	5	2	15,7	6	20
18	15,8	7,8	23,3	73	6,0	18,1	5	2	16	5	3	15,7	8	26
18	14	8,1	24,2	76	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	9	29
18	14,1	8,0	24,1	75	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	8	29
18	22	6,7	20,1	63	6,0	18,1	2	1	6	5	1	15,7	4	16
18	24,9	6,2	18,6	58	6,0	18,1	1	0	2	5	1	15,7	3	12
18	26,7	5,9	17,7	55	6,0	18,1	0	0	-1	5	1	15,7	2	9
18	26	6,0	18,1	56	6,0	18,1	0	0	0	5	1	15,7	2	10
18	20,5	7,0	20,9	65	6,0	18,1	3	1	9	5	2	15,7	5	19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
19	17,4	7,5	22,4	70	6,0	18,1	4	1	14	5	2	15,7	7	24
19	15,2	7,9	23,6	74	6,0	18,1	6	2	17	5	3	15,7	8	27
19	15,2	7,9	23,6	74	6,0	18,1	6	2	17	5	3	15,7	8	27
19	20,8	6,9	20,7	65	6,0	18,1	3	1	8	5	2	15,7	5	18
19	24,4	6,3	18,9	59	6,0	18,1	1	0	3	5	1	15,7	3	13
19	27	5,8	17,5	55	6,0	18,1	-1	0	-2	5	1	15,7	2	8
19	24,7	6,2	18,7	58	6,0	18,1	1	0	2	5	1	15,7	3	12
19	19,8	7,1	21,2	66	6,0	18,1	3	1	10	5	2	15,7	6	20
20	17,7	7,4	22,3	70	6,0	18,1	4	1	13	5	2	15,7	7	23
20	16,6	7,6	22,8	71	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
20	16,1	7,7	23,1	72	6,0	18,1	5	2	16	5	2	15,7	7	26
20	18,7	7,3	21,8	68	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
20	19,9	7,1	21,2	66	6,0	18,1	3	1	10	5	2	15,7	6	20
20	19,9	7,1	21,2	66	6,0	18,1	3	1	10	5	2	15,7	6	20
20	19,3	7,2	21,5	67	6,0	18,1	3	1	11	5	2	15,7	6	21
20	18,2	7,3	22,0	69	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
21	15,8	7,8	23,3	73	6,0	18,1	5	2	16	5	3	15,7	8	26
21	15,2	7,9	23,6	74	6,0	18,1	6	2	17	5	3	15,7	8	27
21	14,8	7,9	23,8	74	6,0	18,1	6	2	18	5	3	15,7	8	28
21	17,2	7,5	22,5	70	6,0	18,1	4	1	14	5	2	15,7	7	24
21	22,6	6,6	19,8	62	6,0	18,1	2	1	5	5	1	15,7	4	15
21	24,2	6,3	19,0	59	6,0	18,1	1	0	3	5	1	15,7	3	13
21	23,4	6,5	19,4	61	6,0	18,1	1	0	4	5	1	15,7	4	14
21	20	7,0	21,1	66	6,0	18,1	3	1	10	5	2	15,7	5	20
22	16,9	7,6	22,7	71	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
22	16,1	7,7	23,1	72	6,0	18,1	5	2	16	5	2	15,7	7	26
22	16	7,7	23,2	72	6,0	18,1	5	2	16	5	2	15,7	7	26
22	18,7	7,3	21,8	68	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
22	23,1	6,5	19,5	61	6,0	18,1	1	0	5	5	1	15,7	4	15
22	22,4	6,6	19,9	62	6,0	18,1	2	1	6	5	1	15,7	4	16
22	20,5	7,0	20,9	65	6,0	18,1	3	1	9	5	2	15,7	5	19
22	19,1	7,2	21,6	67	6,0	18,1	4	1	11	5	2	15,7	6	21
23	18,2	7,3	22,0	69	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
23	17	7,5	22,6	71	6,0	18,1	5	2	14	5	2	15,7	7	24
23	16,6	7,6	22,8	71	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
23	18,6	7,3	21,8	68	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
23	23,5	6,4	19,3	60	6,0	18,1	1	0	4	5	1	15,7	4	14
23	25,5	6,1	18,3	57	6,0	18,1	0	0	1	5	1	15,7	3	11
23	19,4	7,1	21,4	67	6,0	18,1	3	1	11	5	2	15,7	6	21
23	16,9	7,6	22,7	71	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
24	16,5	7,6	22,9	72	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
24	15,8	7,8	23,3	73	6,0	18,1	5	2	16	5	3	15,7	8	26
24	15,6	7,8	23,4	73	6,0	18,1	5	2	17	5	3	15,7	8	27
24	20,9	6,9	20,7	65	6,0	18,1	3	1	8	5	2	15,7	5	18
24	25,6	6,1	18,3	57	6,0	18,1	0	0	1	5	1	15,7	3	11
24	28	5,7	17,0	53	6,0	18,1	-1	0	-3	5	0	15,7	1	7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
24	26,1	6,0	18,0	56	6,0	18,1	0	0	0	5	1	15,7	2	10
24	19,6	7,1	21,3	67	6,0	18,1	3	1	10	5	2	15,7	6	20
25	19,1	7,2	21,6	67	6,0	18,1	4	1	11	5	2	15,7	6	21
25	17,3	7,5	22,5	70	6,0	18,1	4	1	14	5	2	15,7	7	24
25	18,4	7,3	21,9	69	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
25	21,9	6,7	20,1	63	6,0	18,1	2	1	7	5	1	15,7	4	17
25	25,7	6,1	18,2	57	6,0	18,1	0	0	0	5	1	15,7	3	10
25	28	5,7	17,0	53	6,0	18,1	-1	0	-3	5	0	15,7	1	7
25	25,7	6,1	18,2	57	6,0	18,1	0	0	0	5	1	15,7	3	10
25	18	7,4	22,1	69	6,0	18,1	4	1	13	5	2	15,7	6	23
26	17,9	7,4	22,2	69	6,0	18,1	4	1	13	5	2	15,7	7	23
26	16,8	7,6	22,7	71	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
26	17	7,5	22,6	71	6,0	18,1	5	2	14	5	2	15,7	7	24
26	22,7	6,6	19,7	62	6,0	18,1	2	1	5	5	1	15,7	4	15
26	21,7	6,7	20,2	63	6,0	18,1	2	1	7	5	2	15,7	5	17
26	16,6	7,6	22,8	71	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
26	19,3	7,2	21,5	67	6,0	18,1	3	1	11	5	2	15,7	6	21
26	19,2	7,2	21,5	67	6,0	18,1	3	1	11	5	2	15,7	6	21
27	17,5	7,5	22,4	70	6,0	18,1	4	1	14	5	2	15,7	7	24
27	16,3	7,7	23,0	72	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
27	15	7,9	23,7	74	6,0	18,1	6	2	18	5	3	15,7	8	28
27	19,3	7,2	21,5	67	6,0	18,1	3	1	11	5	2	15,7	6	21
27	21,9	6,7	20,1	63	6,0	18,1	2	1	7	5	1	15,7	4	17
27	22,9	6,5	19,6	61	6,0	18,1	2	1	5	5	1	15,7	4	15
27	22,7	6,6	19,7	62	6,0	18,1	2	1	5	5	1	15,7	4	15
27	18,1	7,4	22,1	69	6,0	18,1	4	1	13	5	2	15,7	6	23
28	15,3	7,8	23,5	73	6,0	18,1	5	2	17	5	3	15,7	8	27
28	13,2	8,2	24,6	77	6,0	18,1	7	2	20	5	3	15,7	9	30
28	13,8	8,1	24,3	76	6,0	18,1	6	2	19	5	3	15,7	9	29
28	20,4	7,0	20,9	65	6,0	18,1	3	1	9	5	2	15,7	5	19
28	24	6,4	19,1	60	6,0	18,1	1	0	3	5	1	15,7	3	13
28	26,2	6,0	17,9	56	6,0	18,1	0	0	0	5	1	15,7	2	10
28	25,1	6,2	18,5	58	6,0	18,1	0	0	1	5	1	15,7	3	11
28	20,4	7,0	20,9	65	6,0	18,1	3	1	9	5	2	15,7	5	19
29	18,6	7,3	21,8	68	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
29	16,8	7,6	22,7	71	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
29	16,5	7,6	22,9	72	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
29	21,5	6,8	20,3	64	6,0	18,1	2	1	7	5	2	15,7	5	17
29	25,2	6,2	18,5	58	6,0	18,1	0	0	1	5	1	15,7	3	11
29	25,2	6,2	18,5	58	6,0	18,1	0	0	1	5	1	15,7	3	11
29	25,4	6,1	18,4	57	6,0	18,1	0	0	1	5	1	15,7	3	11
29	21,5	6,8	20,3	64	6,0	18,1	2	1	7	5	2	15,7	5	17
30	18,2	7,3	22,0	69	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
30	15,8	7,8	23,3	73	6,0	18,1	5	2	16	5	3	15,7	8	26
30	17,2	7,5	22,5	70	6,0	18,1	4	1	14	5	2	15,7	7	24
30	18,5	7,3	21,9	68	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30	21,6	6,8	20,3	63	6,0	18,1	2	1	7	5	2	15,7	5	17
30	27,2	5,8	17,4	54	6,0	18,1	-1	0	-2	5	1	15,7	2	8
30	26,4	5,9	17,8	56	6,0	18,1	0	0	-1	5	1	15,7	2	9
30	22,3	6,6	19,9	62	6,0	18,1	2	1	6	5	1	15,7	4	16
31	18,6	7,3	21,8	68	6,0	18,1	4	1	12	5	2	15,7	6	22
31	16,8	7,6	22,7	71	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
31	16,5	7,6	22,9	72	6,0	18,1	5	2	15	5	2	15,7	7	25
31	21,5	6,8	20,3	64	6,0	18,1	2	1	7	5	2	15,7	5	17
31	25,2	6,2	18,5	58	6,0	18,1	0	0	1	5	1	15,7	3	11
31	25,2	6,2	18,5	58	6,0	18,1	0	0	1	5	1	15,7	3	11
31	25,4	6,1	18,4	57	6,0	18,1	0	0	1	5	1	15,7	3	11
31	21,5	6,8	20,3	64	6,0	18,1	2	1	7	5	2	15,7	5	17
			5534	1729		4426	1108		3463			3838	1696	5933

Приложение 3.

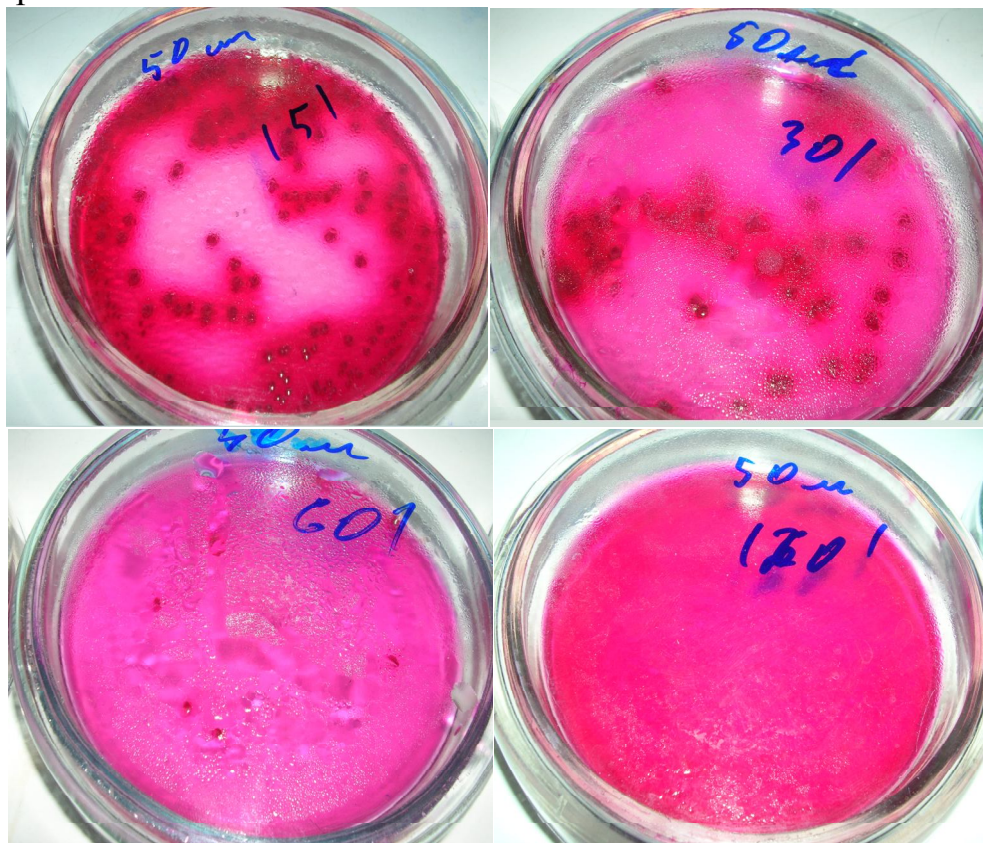


Рисунок ПЗ.1 – Изображение чашек Петри с посевами тест-бактерий после обработки озоновоздушной смесью с концентрацией озона  $50\text{мг/м}^3$  и экспозициями 15, 30, 60, 120 мин.

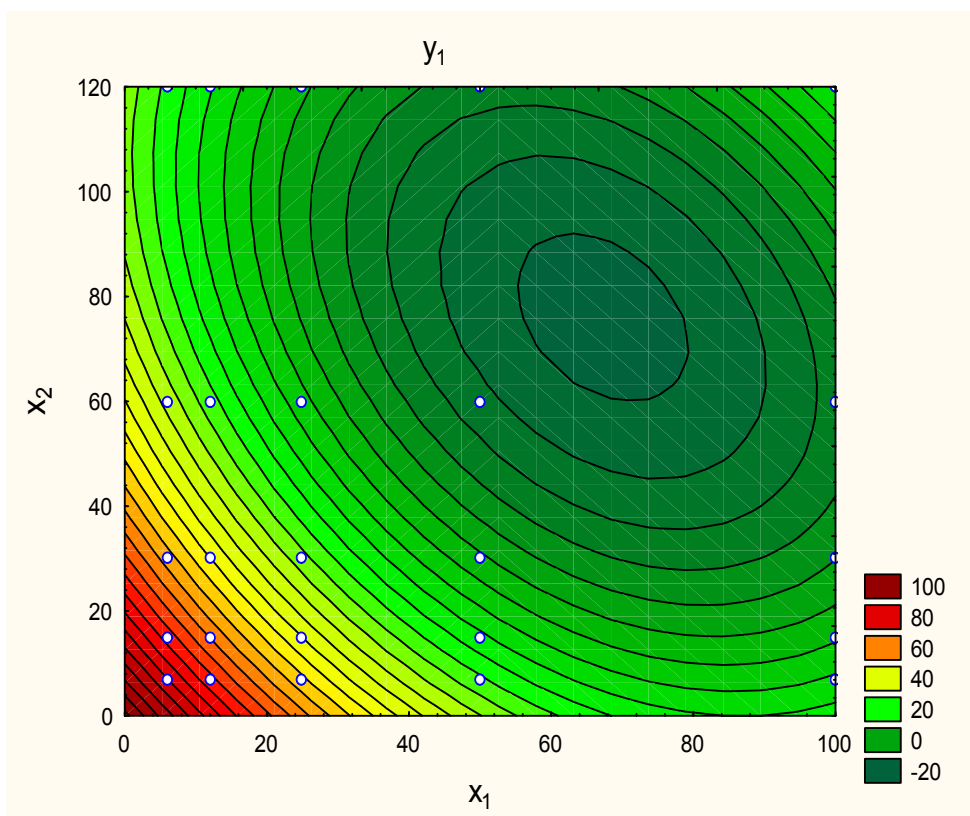


Рисунок ПЗ.2 – Диаграмма влияния концентрации озона в озоновоздушной смеси, подаваемой в чашки Петри, и времени воздействия на проекцию поля параметра выживаемости *Escherichia coli*.



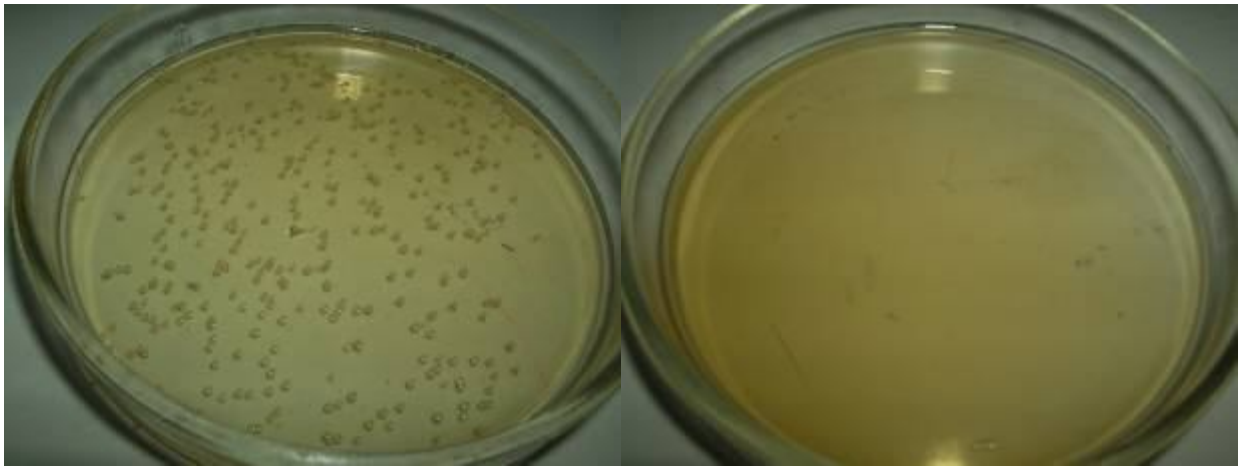


Рисунок 3.3 – Изображение чашек Петри с посевами тест-бактерий контрольной группы и после обработки озоновоздушной смесью с концентрацией озона  $50\text{мг/м}^3$  и экспозицией 15 мин.

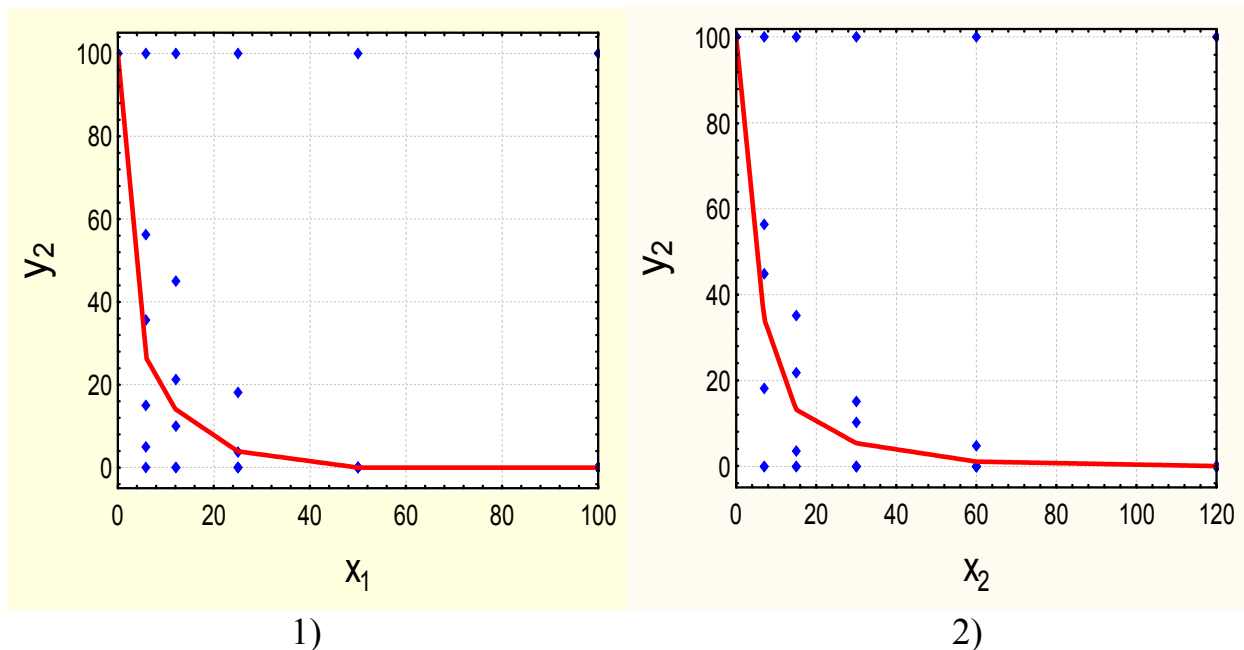


Рисунок ПЗ.4 – Диаграммы влияния концентрации озона (1) в озоновоздушной смеси, подаваемой в контейнер с чашками Петри, и времени воздействия (2) на значение параметра выживаемости *Staphylococcus aureus*.

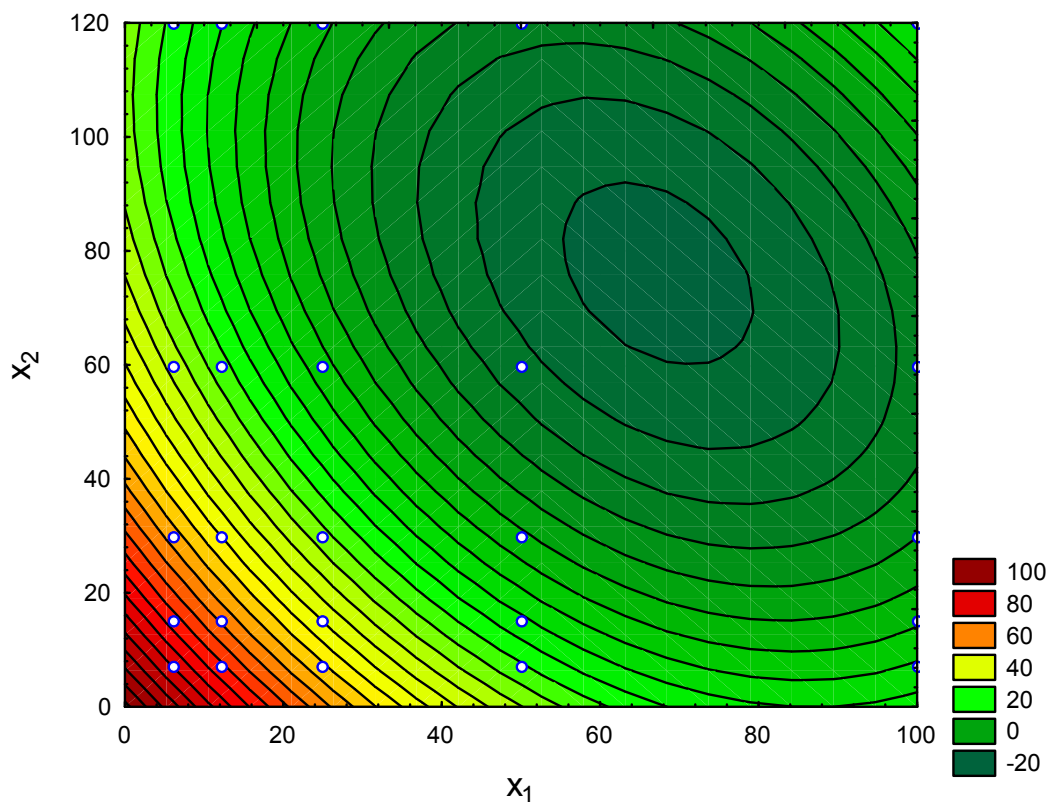


Рисунок ПЗ.5 – Диаграмма влияния концентрации озона в озоновоздушной смеси, подаваемой в контейнер с чашками Петри, и времени воздействия на проекцию поля параметра выживаемости *Staphylococcus aureus*.

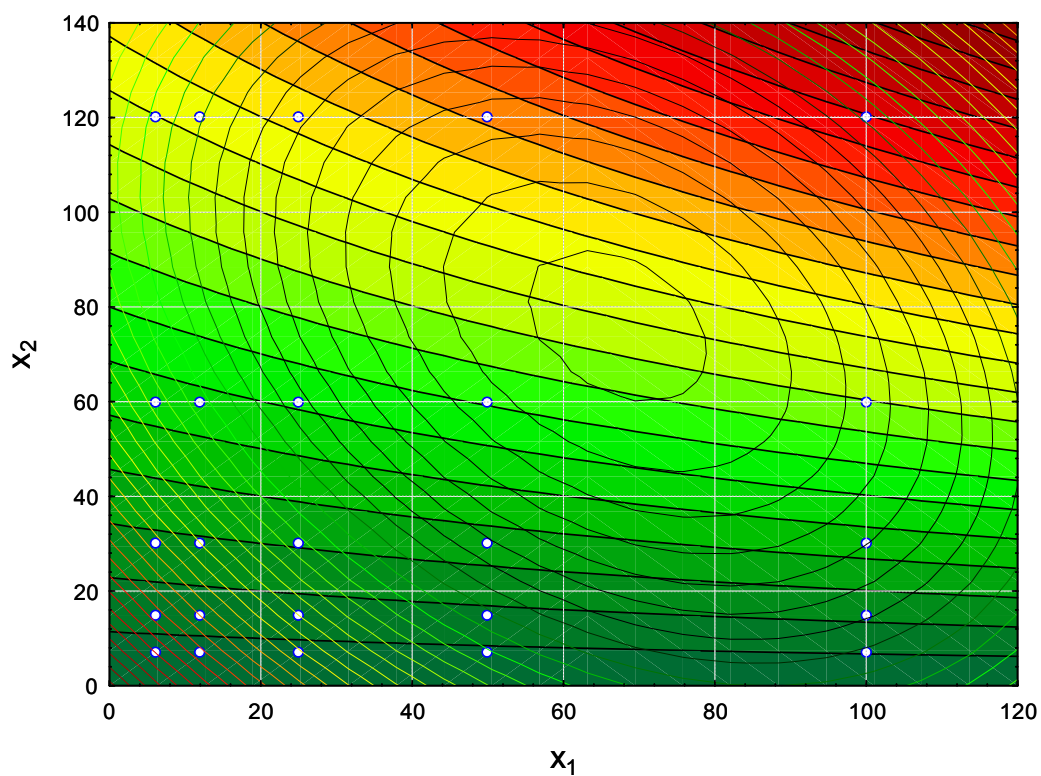


Рисунок ПЗ.6–Диаграмма влияния концентрации озона в озоновоздушной смеси, подаваемой в контейнер с чашками Петри, и времени воздействия на проекцию поля параметра выживаемости *Staphylococcus aureus*.

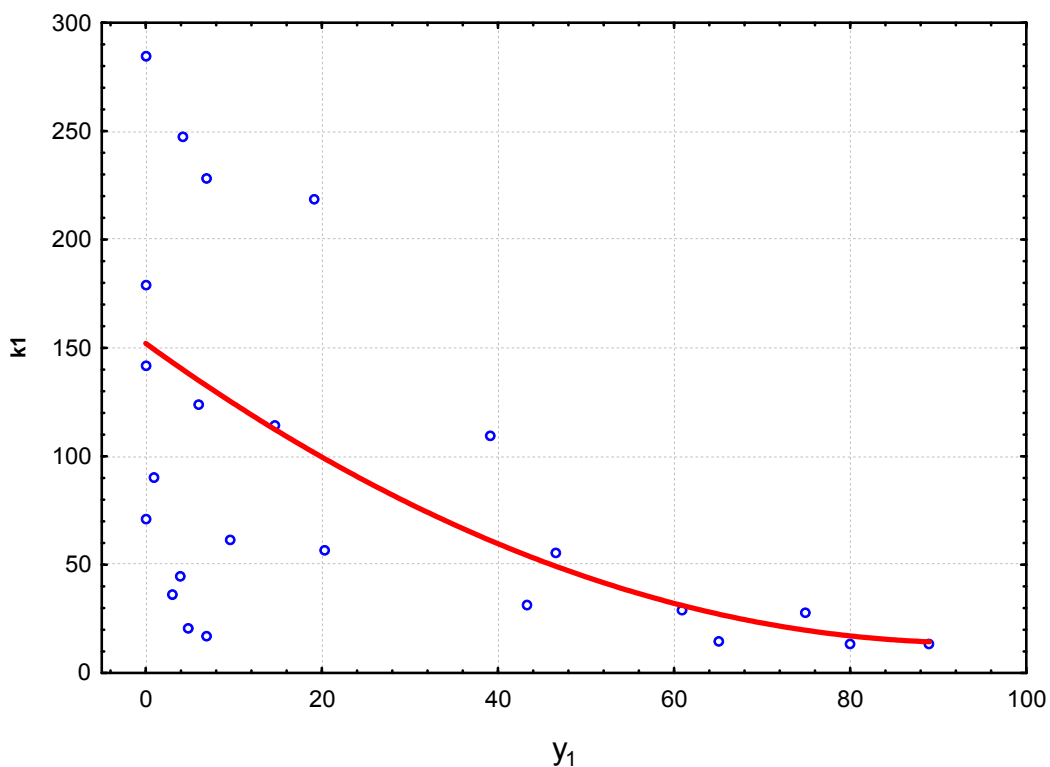


Рисунок ПЗ.7-Диаграмма влияния концентрации озона в озоновоздушной смеси, подаваемой в контейнер с чашками Петри, и времени воздействия на проекцию поля параметра выживаемости *Staphylococcus aureus*.

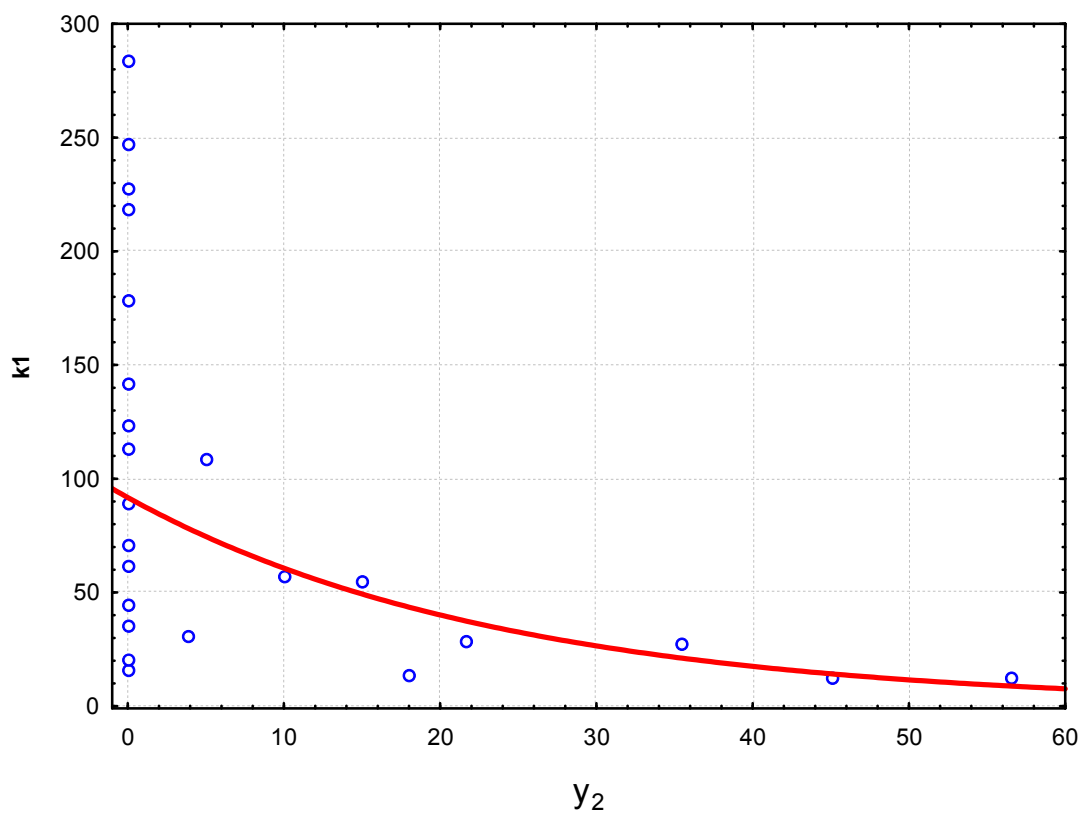


Рисунок ПЗ.8-Диаграмма влияния концентрации озона в озоновоздушной смеси, подаваемой в контейнер с чашками Петри, и времени воздействия на проекцию поля параметра выживаемости *Staphylococcus aureus*.

Таблица ПЗ.1 – Затраты на основные ветеринарные препараты для традиционной технологии без озонирования

№	Ветеринарные препараты для расчета, единицы измерения	Норма расхода ветеринарных препаратов, ед. изм./ 100 пчелиных семей	Количество обработок в год	Средняя стоимость ветеринарных препаратов, руб. / ед. изм.					Затраты на применение ветеринарных препаратов тыс. руб./100 пчелиных семей					Всего за пять лет, тыс. руб.
				2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009	
1	Унисан, фл.	4	8	70	70	75	85	90	2,2	2,2	2,4	2,7	2,8	12,48
2	Паста Апигель, шт.	100	2	30	30	35	40	45	6	6	7	8	9	36
3	Оксибактоцид, шт.	20	2	110	120	120	145	150	4,4	4,8	4,8	5,8	6	25,8
4	Мета-сульфан, фл.	10	4	55	55	60	70	75	2,2	2,2	2,4	2,8	3	12,6
5	Эндоглюкин, шт.	10	4	180	180	200	230	240	7,2	7,2	8	9,2	9,6	41,2
6	Апифит, шт.	20	2	100	110	130	140	150	4	4,4	5,2	5,6	6	25,2
Всего									26	26,84	29,8	34,12	36,48	153,28

Таблица ПЗ.2 – Затраты на основные ветеринарные препараты для предлагаемой технологии с озонированием

№	Ветеринарные препараты для расчета, единицы измерения	Норма расхода ветеринарных препаратов, ед. изм./100 пчелиных семей	Количество обработок в	Средняя стоимость ветеринарных препаратов, руб. / ед. изм.					Затраты на применение ветеринарных препаратов тыс. руб./100 пчелиных семей					Всего за пять лет, тыс. руб.
				2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009	
1	Унисан, фл.	4	0	70	70	75	85	90	0	0	0	0	0	0
2	Паста Апигель, шт.	100	0	30	30	35	40	45	0	0	0	0	0	0
3	Оксибактоцид, шт.	20	0	110	120	120	145	150	0	0	0	0	0	0
4	Мета-сульфан, фл.	10	0	55	55	60	70	75	0	0	0	0	0	0
5	Эндоглукин, шт.	10	0	180	180	200	230	240	0	0	0	0	0	0
6	Апифит, шт.	20	2	100	110	130	140	150	4	4,4	5,2	5,6	6	25,2
Всего									4	4,4	5,2	5,6	6	5,2

Научное издание

Оськин Сергей Владимирович  
Овсянников Дмитрий Алексеевич

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И  
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В МЕДОТОВАРНОМ  
ПЧЕЛОВОДСТВЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

*Монография*

Редактор – Духин Н.С.  
Компьютерный набор –Оськин С.В., Овсянников Д.А.  
Дизайн обложки – Оськин С.В.

Подписано в печать 15.01.2015. Формат 60x84  
Усл. печ.л. -13,3. Уч.-изд. л. -9.  
Тираж 200 экз. Заказ №-2.

Типография ООО «Крон».  
350044, г. Краснодар, ул. Алма-Атинская, 57, оф.4

