

Министерство образования и науки Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)  
Биологический институт  
Кафедра зоологии беспозвоночных

ДОПУСТИТЬ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ ГЭК

Руководитель ООП

д-р биол. наук

Д.С. Воробьев

« 19 » 09 2018 г.

### НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы  
(диссертации)

РАЗНООБРАЗИЕ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ *APIS MELLIFERA* L.  
В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ  
И ГЕНЕТИЧЕСКИМ МАРКЁРАМ

по основной образовательной программе подготовки научно-педагогических  
кадров в аспирантуре  
направление подготовки 06.06.01 – Биологические науки

Киреева Татьяна Николаевна

Научный руководитель

к.б.н., доцент

Н.В. Островерхова

« 19 » 09 2018г.

Автор работы

аспирант

Т.Н. Киреева

Томск – 2018

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Медоносная пчела *Apis mellifera* L. представляет огромный научный и практический интерес в связи со своей экологической ролью в экосистемах и огромному народнохозяйственному значению (Кривцов, 2008).

В настоящее время многие аспекты биологии медоносной пчелы становятся актуальными в связи с возрастанием деструктивных процессов, протекающих в популяциях медоносной пчелы во всем мире, включая Россию. К такому роду процессов относятся массовая гибель пчелиных семей в результате снижения уровня приспособленности медоносных пчел к факторам окружающей среды, а также высокий уровень гибридизации пчел. Основной причиной гибридизации и потери чистопородности медоносных пчел является бесконтрольный завоз и научно необоснованное воспроизведение пчелиных семей разных пород (Плахова, 2003; Бородачев, Савушкина, 2007; Монахова и др., 2009).

Особое значение приобретает проблема сохранения генофонда уникальной породы медоносной пчелы – среднерусской породы *Apis mellifera mellifera* L., представляющей основу пчеловодческой отрасли регионов с суровыми природно-климатическими условиями, в том числе и Сибири (Бородачев, Савушкина, 2015).

Успех в сохранении генофонда медоносной пчелы может быть достигнут только при четкой идентификации породной принадлежности исследуемых пчел с применением комплекса методов, таких как морфометрический, молекулярно-генетический и др. (Daly et al., 1991, 1995; Fransis et al., 2014). Несмотря на то, что медоносная пчела *A. mellifera* является достаточно активно изучаемым организмом в мире, на территории России, включая Сибирь, исследования популяций медоносной пчелы немногочисленны, а данные по породному составу пчел и генетическому разнообразию разных подвидов фрагментарны. На территории Томской области изучение популяций

медоносной пчелы с использованием молекулярно-генетических методов вообще не проводилось, поэтому весьма актуальными являются комплексные исследования медоносной пчелы, обитающей в Сибири, и в, частности, разных районах Томской области, для получения более полной информации о структуре и современном состоянии популяций *A. mellifera* в данном регионе.

В связи с вышесказанным,

**цель диссертационной работы** – изучить биологическое разнообразие медоносной пчелы *Apis mellifera* L., обитающей на территории Томской области, по морфометрическим и молекулярно-генетическим маркерам.

**Задачи исследования:**

1. Изучить происхождение пчелиных семей на пасеках Томской области по материнской линии с использованием анализа полиморфизма митохондриальной ДНК (вариабельность локуса COI–COII).

2. Охарактеризовать породный состав медоносных пчел на основании данных по вариабельности морфометрических показателей (кубитального и гантельного индексов, дискоидального смещения).

3. Описать разнообразие медоносных пчел, обитающих в Томской области, по комплексу молекулярно-генетических маркеров ядерного генома.

4. На основании сравнительного анализа разнообразия медоносных пчел, обитающих в различных районах Томской области, определить роль экологического компонента в формировании генетического разнообразия пчел.

5. На основании данных морфометрического и мтДНК анализа выявить пчелиные семьи среднерусской породы *Apis mellifera mellifera* L. и описать их генетическое разнообразие по комплексу микросателлитных локусов.

**Научная новизна.** В работе впервые представлены сведения о разнообразии медоносных пчел *Apis mellifera*, обитающих на территории Томской области, полученные на основании анализа морфометрических показателей и данных вариабельности ДНК-маркеров митохондриального и ядерного генома пчел. Впервые определена роль экологического компонента в формировании генетического разнообразия популяций медоносных пчел на

пасеках Томской области. Впервые изучено разнообразие медоносной пчелы среднерусской породы, обитающей на пасеках Томской области, по комплексу микросателлитных локусов.

**Теоретическая и практическая значимость.** Полученные в результате исследования данные представляют интерес как со стороны общей оценки биоразнообразия медоносных пчел, так и со стороны регионального компонента – биоразнообразия медоносных пчел в Томской области.

На территории Томской области выявлены локальные популяции пчел среднерусской породы (сибирский экотип *A. mellifera mellifera*). Данные популяции (пчелиные семьи) могут быть использованы в качестве исходного материала для формирования племенного ядра пчелорепродуктора, создаваемого в Томской области.

Использованный в диссертационной работе подход, включающий комплексное изучение медоносной пчелы с использованием классических и молекулярно-генетических методов исследования, может быть рекомендован как элемент системы оценки качества пчелиных семей в селекционно-племенной работе в пчелопитомниках и пчелорепродукторах, а также для характеристики выпускаемой продукции (пчеломаток, пчелиных семей, пчелопакетов) действующих отечественных пчелохозяйств.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Большинство пчелиных семей на пасеках Томской области имеет происхождение по материнской линии от среднерусской породы.

2. Медоносные пчелы, обитающие в южных районах Томской области, характеризуются более высоким генетическим разнообразием по сравнению с медоносными пчелами северных территорий.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Исследования проводились в период 2013–2018 гг. на кафедре зоологии беспозвоночных БИ ТГУ.

**Объектом** исследования являются медоносная пчела, пчелиные семьи, популяции медоносной пчелы.

**Предметом** исследования является разнообразие медоносных пчел Томской области по комплексу морфометрических и молекулярно-генетических маркеров.

**Методы исследования.** Оценка разнообразия медоносной пчелы *A. mellifera* в Томской области проведена на основании комплексного подхода с использованием морфометрических и молекулярно-генетических маркеров. В качестве морфометрических маркеров использовали основные показатели крыла (кубитальный и гантельный индексы, дискоидальное смещение). Молекулярно-генетические исследования включали анализ вариабельности межгенного локуса COI-COII мтДНК и анализ полиморфизма 10 микросателлитных локусов ядерной ДНК. Определение породного состава пчел проводили с учетом географической локализации пасек.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На **первом** этапе исследования с использованием данных по вариабельности мтДНК и морфометрических показателей представлена характеристика породного состава медоносных пчел, обитающих на пасеках Томской области.

### **Разнообразие медоносных пчел по локусу COI–COII мтДНК**

#### *Вариабельность локуса COI–COII мтДНК*

У медоносных пчел, обитающих на территории Томской области, было зарегистрировано три варианта локуса COI–COII мтДНК (рисунок 1). Варианты

PQQ и PQQQ характерны для среднерусской породы *A. m. mellifera*, вариант Q – специфичен для пород южного происхождения.

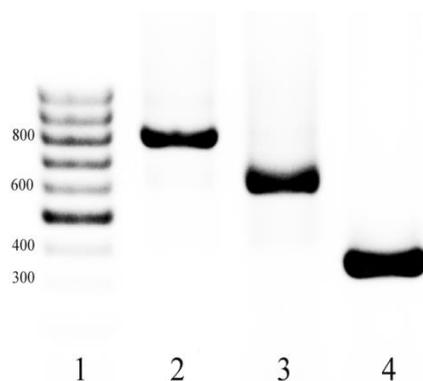


Рисунок 1 – Результаты электрофоретического разделения продуктов ПЦР со специфическими праймерами для выявления полиморфизма локуса COI–COII мтДНК медоносной пчелы. Дорожки: 1 – ДНК-маркер, 100 пн; 2 и 3 – образцы ДНК среднерусской породы, варианты PQQQ и PQQ (800 пн и 600 пн, соответственно); 4 – образец ДНК породы южного происхождения, вариант Q (размер фрагмента 350 пн)

Из 331 исследованной пчелиной семьи: 28% семей имели происхождение от пород южного происхождения (зарегистрирован вариант Q), 66% – от среднерусской породы (варианты PQQ/PQQQ) и 6% имели смешанное происхождение (в семьях регистрировались варианты мтДНК, характерные и для среднерусской, и для «южных» пород).

#### *Генетическая гетерогенность пчел Томской области*

Распределение вариантов мтДНК на уровне пасек было следующим: доля однородных по локусу COI–COII пасек области составила 64%, среди которых 28% представлены пчелами, имеющими вариант PQQ, 28% пасек – пчелами, у которых выявлен вариант Q, и 8% пасек – пчелами, имеющими вариант PQQQ. Среди остальных 36% пасек, характеризующихся смешанным породным составом, 26% пасек представлено пчелами с вариантами PQQ (специфичный для среднерусской породы) и Q (характерен для пород южного происхождения), 3% пасек имели пчел с вариантом PQQQ (также специфичный для среднерусской породы) и Q (характерен для пород южного происхождения), 6%

пасек имели пчел с разными вариантами, но специфичными для среднерусской породы (PQQ/PQQQ), для 1% пасек были выявлены все три варианта локуса – Q/PQQ/PQQQ(рисунок 2).

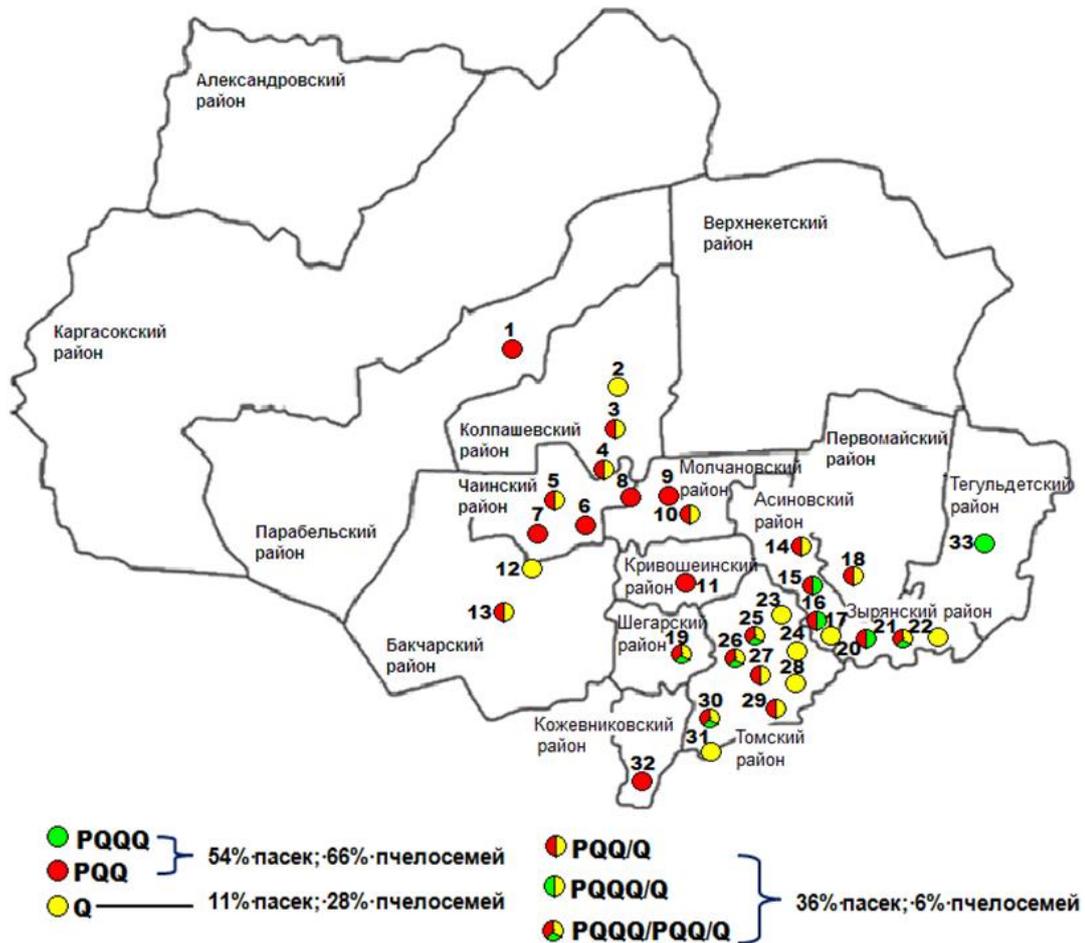


Рисунок 2– Распространенность вариантов локуса COI–COII мтДНК у медоносных пчел с пасек, расположенных на территории Томской области: 1 – с. Парабель; 2 – окр. г. Колпашево; 3 – д. Новоабрамкино; 4 – с. Леботер; 5 – с. Подгорное; 6 – д. Стрельниково; 7 – с. Гореловка; 8 – д. Сарафановка; 9 – с. Могочино; 10 – с. Соколовка; 11 – с. Кривошеино; 12 – с. Высокий Яр, д. Крыловка; 13 – с. Бакчар, с. Парбиг; 14 – д. Тихомировка; 15 – урочище Кужербак; 16 – с. Новиковка, 17 – д. Цветковка; 18 – д. Крутоложное; 19 – с. Каргала; 20 – с. Дубровка; 21 – с. Зырянское; 22 – с. Окунеево; 23 – д. Кусково; 24 – п. Заречный (Межениновское сельское поселение); 25 – д. Бодажково, с. Семилужки, п. Заречный (Малиновское сельское поселение); 26 – д. Нижне-Сеченово; д. Березкино, с. Зоркальцево, с. Рыбалово. д. Кудринский участок, д. Губино; 27 – п. Синий Утес, д. Магадаево, д. Просекино, с. Коларово, окр. г. Томска; 28 – д. Большое Протопопово; 29 – с. Межениновка; 30 – д. Кандинка, с. Курлек; 31 – с. Яр; 32 – д. Еловка; 33 – с. Тегульдэт. Пасеки, расположенные на расстоянии менее 20 км друг от друга, отмечены одной точкой

*Географическая дифференциация пчелиных семей и пасек  
по локусу COI–COII мтДНК*

Для северных районов Томской области было показано преобладание однородных по генетическому варианту локуса мтДНК пчелиных семей (96%) и пасек (77%). Большая часть пчел с северных территорий области имеет происхождение от среднерусской породы (69% пчелиных семей и 55% пасек). Пчелы южного происхождения были зарегистрированы в 27% семей и на 22% пасек. Смешанный состав пчел (регистрировались особи с вариантами локуса COI–COII, характерными и для среднерусской, и «южных» пород медоносной пчелы) имели 4% пчелиных семей и 23% пасек.

В южных районах области однородные по вариантам локуса COI–COII мтДНК составили 80% пчелиных семей и 56% пасек, остальные 20% семей и 44% пасек являлись смешанными по породному составу пчел. Пчелы среднерусской породы были выявлены в 57% пчелосемей и 35% пасек, пчелы южного происхождения – в 29% пчелосемей и на 30% пасек. Доля семей гибридного происхождения составила 13%, пасек– 35%. Наибольшим генетическим разнообразием характеризуются пчелиные семьи, обитающие на пасеках Томского района, у пчел выявлены все три варианта локуса COI–COII мтДНК – PQQ, PQQQ и Q как по отдельности, так и в различных сочетаниях. Высокое разнообразие пчел по локусу COI–COII в Томском районе может быть обусловлено более развитой пчеловодческой отраслью в этом районе и близким расположением пасек относительно друг друга. Одной из основных причин наблюдаемой гетерогенности пчелиных семей на пасеках Томского района рассматривается процесс бесконтрольного и необоснованного, с точки зрения породного районирования, разведения различных пород медоносной пчелы.

Таким образом, у медоносных пчел с пасек Томской области были выявлены варианты локуса COI–COII мтДНК, характерные, как для среднерусской породы, так и для пород южного происхождения.

## **Характеристика морфометрической изменчивости медоносных пчел**

Изучена изменчивость трех пороодо-определяющих морфометрических показателей (кубитального и гантельного индексов, дискоидального смещения) у медоносных пчел, обитающих на пасеках Томской области. Проведена сравнительная оценка полученных данных со стандартами, принятыми для разных пород медоносной пчелы (Полищук, Пилипенко, 1990; Кривцов, 2011; Cauia et al., 2008).

Для всех изученных морфометрических показателей выявлен значительный уровень вариабельности. Среди 65 исследованных пчелиных семей по результатам морфометрического анализа только для 13,2% семей установлено полное соответствие крыловых параметров стандарту среднерусской породы, для 5,0% – стандарту карпатской породы и для 5,1% – стандарту серой горной кавказской породы. Большая часть пчелиных семей представляла собой гибридные формы пчел, из которых 55,6% составляли гибриды на основе среднерусской породы, 14,4% – гибриды на основе карпатской породы и 6,7% – гибриды на основе кавказской породы.

### *Распределение чистопородных семей и гибридов с учетом географической локализации пасек*

Распределение чистопородных семей и гибридов на пасеках северных и южных районов отличалось (таблица 1). Так, на пасеках северных районов области зарегистрировано около четверти особей (26%), соответствующих среднерусской породе по изученным морфометрическим показателям, а также были выявлены пчелы, соответствующие стандарту серой горной кавказской породы (9%). Но значительная часть особей представляла собой гибриды между среднерусской и карпатской пород (65%) (таблица 1).

На пасеках южных районов для пчел отмечен более высокий уровень гибридизации, а количество чистопородных пчел было невысоким. Были выявлены пчелы, соответствующие стандарту среднерусской (13%), карпатской (5%) и кавказской пород (5%). Основная часть особей представляла собой

гибриды среднерусской пчелы и «южных» подвидов (56%), гибридов карпатской породы (14%) и среднерусской пород, и гибридов кавказской и среднерусской пород (7%) (таблица 1).

Таблица 1 – Соответствие (%) медоносных пчел, обитающих в разных районах Томской области, стандарту пород согласно данным морфометрического исследования

Породы		Количество особей, шт. (%), показавших соответствие стандартам пород		
		Северные районы	Южные районы	Всего по области
<i>A. m. mellifera</i>		133 (25,78)	26 (3,80)	159 (13,24)
<i>A. m. carpatica</i>		0	60 (8,76)	60 (4,99)
<i>A. m. caucasica</i>		45 (8,72)	16 (2,34)	61 (5,08)
Помеси на основе	<i>A. m. mellifera</i>	233 (45,16)	435 (63,50)	668 (55,62)
	<i>A. m. carpatica</i>	105 (20,35)	68 (9,93)	173 (14,41)
	<i>A. m. caucasica</i>	0	80 (11,68)	80 (6,66)
Всего особей		516	685	1201

Таким образом, выявлены особенности географического распределения пчелиных семей (пчел) разного происхождения, что может быть связано с разным уровнем развития пчеловодства в северных и южных районах области. Южные районы характеризуются более развитым пчеловодством и активным завозом на пасеки пород медоносной пчелы разного происхождения, а преимущественно гибридов неизвестного происхождения, что приводит к гибридизации медоносных пчел.

Исследования, проведенные на основе морфометрических (оценка крыловых параметров) и молекулярно-генетических (анализ полиморфизма локуса COI–COII мтДНК) методов, выявили, что на территории Томской области сохранились локальные популяции пчел, соответствующие по комплексу признаков пчелам среднерусской породы. Так, по результатам анализа вариабельности локуса мтДНК происхождение пчел по материнской линии от среднерусской породы (вариантPQQ, PQQQ и PQQ/PQQQ) было выявлено на 27 пасеках 22 населенных пунктов, как северных, так и южных

районов области. Однако согласно комплексному анализу, включающему и морфометрический и мтДНК-анализ, полное соответствие стандарту среднерусской породы установлено только для нескольких семей: семьи с пасеки с. Могочино (Молчановский район), семьи с пасеки с. Тегульдет (Тегульдетский район), семьи с пасеки д. Дубровка (Зырянский район) и семья с пасеки с. Семилужки (Томский район).

На **втором этапе исследования** изучено генетическое разнообразие медоносных пчел, обитающих в Томской области на основании анализа ядерной ДНК (микросателлитные локусы).

### **Разнообразие медоносных пчел по комплексу микросателлитных локусов**

Проведено исследование полиморфизма десяти микросателлитных локусов: A008 (=A8), Ap049, AC117, AC216; Ap243, H110, A024, A113; A043; SV185. Среди изученных микросателлитных локусов девять из десяти оказались полиморфными; для одного локуса – AC216 – выявлен только один аллель размером 91 пн у всех исследованных пчел. Для полиморфных микросателлитных локусов выявлено различное число и спектр аллелей у медоносных пчел разного происхождения. Наибольшее количество аллелей (18 аллелей) зарегистрировано для микросателлитного локуса A113; наименьшее (5 аллелей) – для локуса AC117; среднее число аллелей на локус составило – 9 аллелей.

В результате исследования показаны различия в спектре аллелей и частоте их регистрации для пчел различной географической локализации, в частности для пчел с пасек северных и южных районов Томской области. Так, наибольшее количество аллелей зарегистрировано для пчел с пасек южных районов по локусам A008, AC117, A113, Ap049, H110 (рисунок 3). Для пчел с пасек северных районов Томской области большее генетическое разнообразие было показано для микросателлитных локусов A043 и A024. По локусу A024 аллель размером 98 пн был выявлен для пчел только с одной пасеки,

находящейся на севере области– в Кривошеинском районе. Одно и то же число аллелей выявлено для пчел с пасек как северных, так и южных районов для локусов Ar243 иSV185.

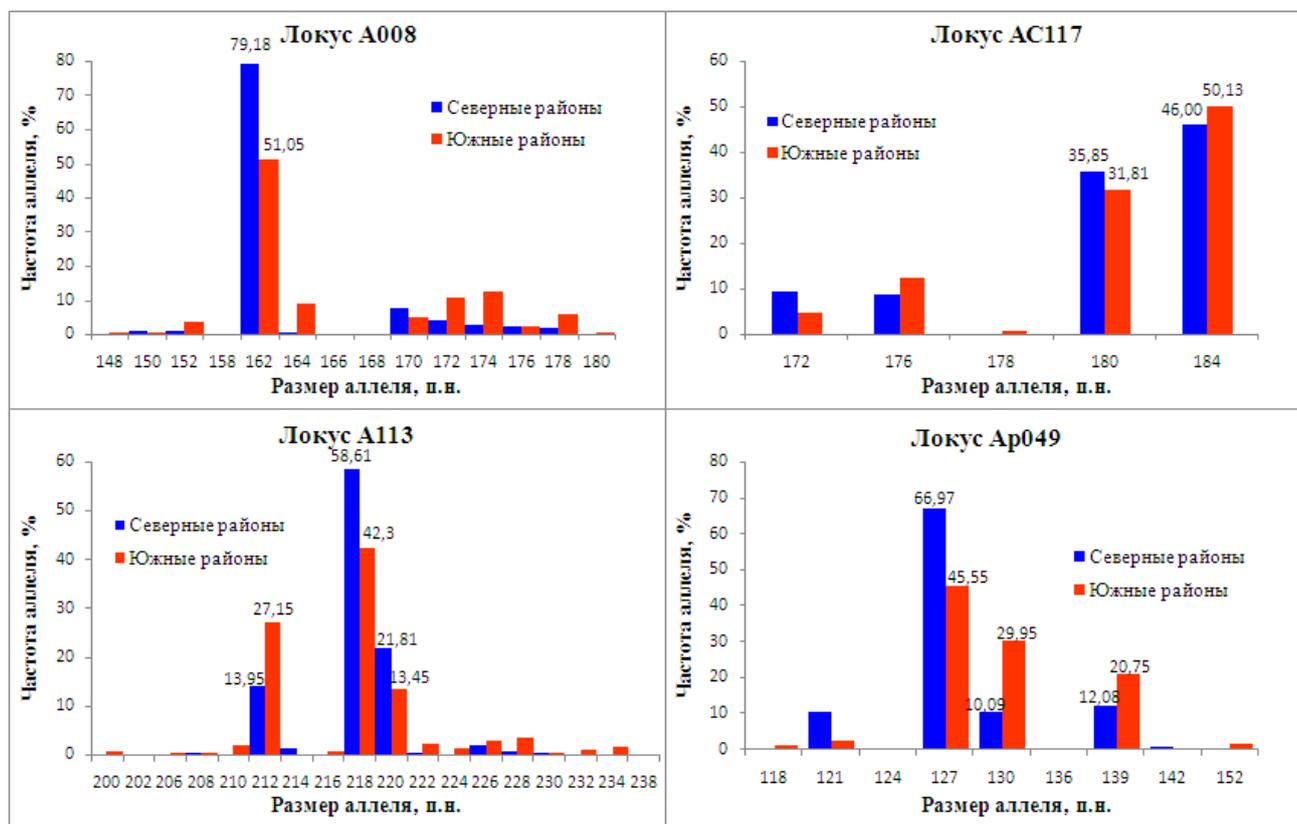


Рисунок 3 – Характеристика аллельного спектра и частота регистрации аллелей микросателлитных локусов A008, AC117, A113 и Ar049 у медоносных пчел с пасек Томской области. Примечание. Ошибка частоты аллеля находится в пределах 0,001–0,020.

Для некоторых локусов (A008, A043, A113, Ar049 и AC117) зарегистрированы преобладающие аллели (встречались с частотой более 40,0%), спектр которых совпадал у пчел, как северных, так и южных районов. Так, например, для локуса A008 преобладающим был аллель размером 162 пн, частота которого для пчел с пасек северных районов составила 0,79, для пчел с пасек южных районов– 0,51. Аллель «162» локуса A008 является специфичным для пчел породы *A. m. mellifera* (линия М), тогда как аллель «174» – более характерен для пчел *A. m. carpatica* (линия С), который встречался у пчел с пасек южных районов с частотой 0,12. Для локуса A113 преобладающий аллель «218» (специфичный для *A. m. mellifera*) зарегистрирован с частотой 0,59 для

пчел с пасек северных районов и с частотой 0,42 для пчел южных районов. Также по локусу A113 зарегистрирован аллель «212», специфичный для пчел *A. m. carpatica*, с частотой 0,14 у пчел на территории северных районов и частотой 0,27 у пчел, обитающих в южных районах.

С целью оценки разнообразия медоносных пчел с пасек Томской области был проведен сравнительный анализ значений наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности у пчел с пасек разной географической локализации (северные и южные районы области) и показаны более низкие значения наблюдаемой гетерозиготности по сравнению с ожидаемой в исследованных выборках пчел, что может быть связано с особенностями репродуктивной биологии пчел (полиандрия).

Таким образом, по сравнению с северными районами, для пчел с пасек южных районов области показано более высокое генетическое разнообразие для большинства изученных локусов, что, с одной стороны, может быть связано с более развитым уровнем пчеловодства в южных районах, а, с другой стороны, с адаптацией к более суровым природно-климатическим условиям (северные районы).

На **третьем этапе исследования** проведена оценка особенностей процесса гибридизации пчел на территории Томской области.

*Сравнительный анализ морфометрической изменчивости медоносных пчел, отличающихся вариантами локуса COI-COII мтДНК*

Для определения степени гибридизации пчел и оценки уровня интрогрессии генов между подвидами южного происхождения и среднерусской пчелой был проведен сравнительный анализ морфометрической изменчивости медоносных пчел, имеющих происхождение от среднерусской породы, полученных с пасек различного породного состава.

Были сформированы две большие группы пчел, имеющие происхождение от среднерусской породы (группы PQQ и PQQQ) согласно данным анализа

мтДНК. Обе группы были разнородные и включали пчел, собранных от пчелосемей с пасек разного состава по вариантам митохондриального локуса.

Первая группа, выделенная по варианту PQQ, включала две подгруппы: PQQ (пчелы, полученные с гомогенных пасек, имеющие один вариант PQQ локуса COI-COII мтДНК) и PQQ/Q (пчелы, полученные с гибридных пасек, имеющие вариант PQQ, специфичный для среднерусской породы и вариант Q, характерный для южных пород пчел).

Вторая группа пчел, выделенная по варианту PQQQ, была также разнородной и включала три подгруппы: подгруппа PQQQ (пчелы, полученные с гомогенных пасек, имеющие один вариант PQQQ локуса COI-COII мтДНК), подгруппа PQQ/PQQQ (пчелы с разными вариантами мтДНК, но специфичные для среднерусской породы), подгруппа PQQ/PQQQ/Q (пчелы с вариантами, специфичными для среднерусской породы PQQ и PQQQ и с вариантом, характерным для южных пород пчел – Q).

Для выделенных по митохондриальной линии двух групп и пяти подгрупп пчел были рассчитаны усредненные значения кубитального и гантельного индексов и построены вариационные кривые распределения значений этих показателей.

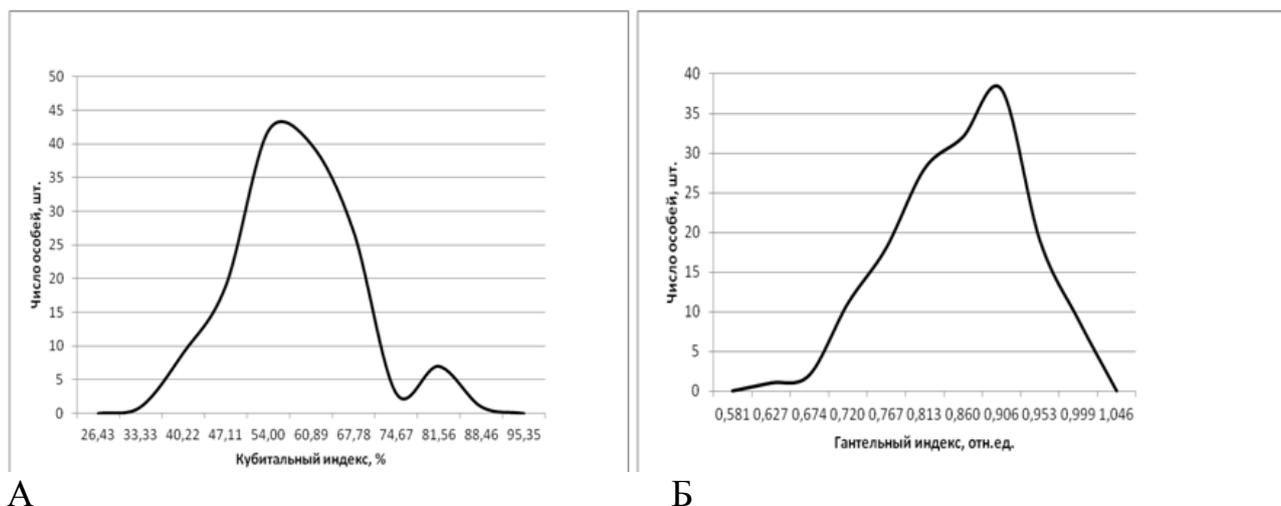


Рисунок 4 – Кривая распределения значений кубитального индекса (А– для пчел группы PQQQ) и гантельного индекса (Б – для пчел группы PQQ)

Кривые распределения крыловых параметров подгрупп PQQQ, PQQQ/PQQ и PQQ характеризуются наличием четко выраженных «высоких» пиков находящихся в области значений, соответствующих требованиям среднерусской породы. Общей для всех совокупностей особей характеристикой является довольно высокая вариабельность значений кубитального индекса, для гантельного индекса показано соответствие стандартам среднерусской породы в 90% случаев.

Для подгрупп пчел, полученных с пасек с смешанным породным составом пчелиных семей (подгруппы PQQ/Q и PQQ/PQQQ/Q) было подтверждено наличие гибридных форм в данных выборках как по показателю усредненного значения кубитального индекса, так и по усредненному значению гантельного индекса. Кривые распределения значений кубитального и гантельного индексов пчел данных подгрупп (PQQ/Q и PQQ/PQQQ/Q) кроме основного пика, соответствующего среднерусской породе, имеют несколько дополнительных пиков, что указывает на влияние «южных» пород и наличие гибридов (рисунок 5).

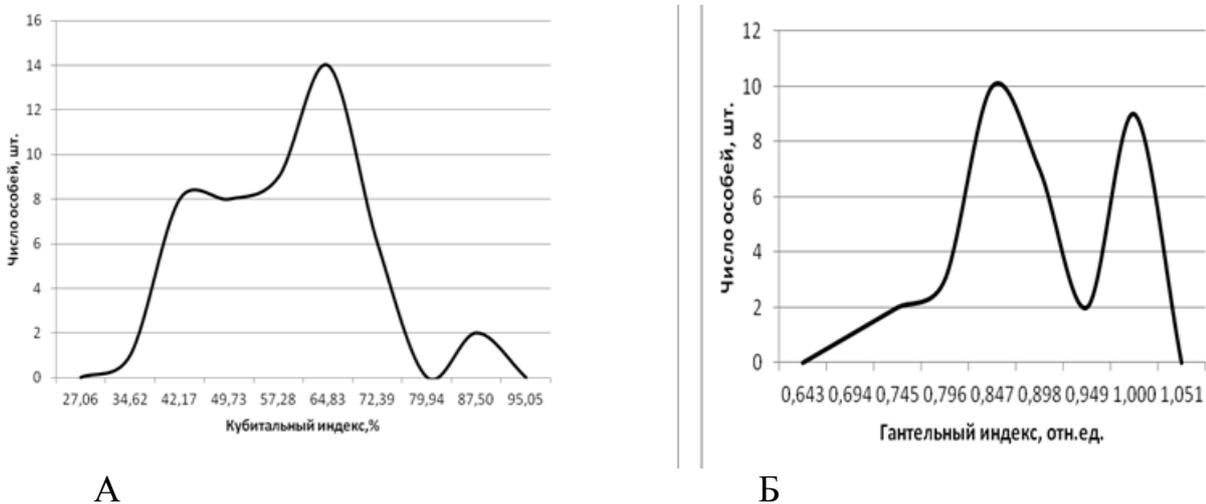


Рисунок 5 – Кривая распределения значений кубитального (А – для пчел подгруппы PQQ/Q) и гантельного индекса (Б – для пчел подгруппы PQQQ/PQQ/Q)

Также для групп пчел PQQ и PQQQ, отличающихся вариантами локуса COI-COII мтДНК, соответствующих среднерусской породе, был проведен анализ ассоциаций вариантов локуса мтДНК с морфометрическими

показателями – кубитальным и гантельным индексами. Показано, что в обеих группах пчел, отличающихся вариантами локуса COI–COII мтДНК, встречаются как пчелы, имеющие все признаки среднерусской породы (кубитальный и гантельный индексы), так и пчелы, имеющие все признаки южных пород (таблица 2). Изменение значений показателя «кубитальный индекс» также указывает на процесс метисации: среди пчел, имеющих один признак «южных» пород и один признак среднерусской породы, преобладали особи с признаком показателя «кубитальный индекс», характерного для пород южного происхождения (более 40% в обеих группах – PQQ и PQQQ).

Таблица 2 – Сочетание морфометрических показателей, характерных для южной и среднерусской пород пчел, в группах пчел с разными вариантами локуса COI–COII мтДНК

Сочетание признаков у особей		Количество пчел с данными признаками к общему числу (%)	
		Вариант PQQ (n=158)	Вариант PQQQ (n=149)
2 признака одной породы	$X_{\text{ср}}^1 + X_{\text{ср}}^2$	64 (40,5)	68 (45,6)
	$X_{\text{юж}}^1 + X_{\text{юж}}^2$	19 (12,0)	15 (10,1)
	<b>всего</b>	<b>83 (52,5)</b>	<b>83 (55,7)</b>
1 признак среднерусской и 1 признак южной пород	$X_{\text{ср}}^1 + X_{\text{юж}}^2$	10 (6,3)	6 (4,0)
	$X_{\text{юж}}^1 + X_{\text{ср}}^2$	65 (41,1)	60 (40,3)
	<b>всего</b>	<b>75 (47,5)</b>	<b>66 (44,2)</b>

Примечание:  $x^1$ ,  $x^2$  – показатели кубитального и гантельного индексов, соответственно; ср. – признак, характерный для среднерусской породы, юж. – признак, характерный для южной породы

Таким образом, в результате анализа согласованности между данными анализа мтДНК и экстерьерными показателями не установлено зависимости между морфометрическими показателями (кубитальный и гантельный индексы) и вариантами локуса COI–COII мтДНК.

Далее была проведена оценка особенностей процесса гибридизации пчел на пасеках Томской области на основании анализа ядерной ДНК.

### *Оценка интрогрессии генов у гибридов*

Для определения уровня интрогрессии генов у пчел с пасек Томской области была изучена представленность ядерных генов (по данным анализа вариабельности 9 полиморфных микросателлитных локусов A008, AC117, AC216, Ap049, A024, H110, SV185, A043 и Ap243), характерных для среднерусской и карпатской пород, у гибридов. Сформированы 3 выборки пчел: группа пчел среднерусской породы (сформирована на основании данных вариабельности локуса мтДНК и морфометрических показателей), группа пчел карпатской породы (пчелы, завезенные на территорию Томской области из пчелопитомников карпатской породы) и группа гибридных пчел. Показано, что у гибридов ядерный геном включает как гены среднерусской, так и карпатской пород, но отмечается большее сходство со среднерусской породой (рисунок 6).



Рисунок 6 – Гистограмма процесса гибридизации (оценка уровня интрогрессии генов между линиями М и С) пчел на территории Томской области, построенная на основе анализа вариабельности 9 микросателлитных локусов.

Красный цвет отражает представленность ядерных генов среднерусской породы, зеленый – представленность ядерных генов карпатской породы

### *Особенности генетического разнообразия пчелиных семей, соответствующих стандарту среднерусской породы, по комплексу микросателлитных локусов*

В результате проведенного комплексного исследования, включающего морфометрический и мтДНК анализ, были отобраны пчелиные семьи, соответствующие стандарту среднерусской породы. Для данных пчелиных семей, полученных с пасек с. Тегульдэт, с. Могочино, п. Заречный и

с. Дубровка, был проведен сравнительный анализ генетического разнообразия по комплексу микросателлитных локусов с целью оценки «чистопородности» семей по ядерному геному (анализ уровня интрогрессии генов линии С (южные породы) в линию М (среднерусская порода)). В качестве группы сравнения были использованы пчелы от семей карпатской породы. Установлено, что наиболее «чистыми» являются пчелы от семей, полученных с пасек с. Тегульдет и д. Дубровка; для одной из пчелиных семей с пасеки с. Могочино и обеих семей с пасеки п. Заречный выявлены следы гибридизации (влияние «южных» пород пчел) (рисунок 7).

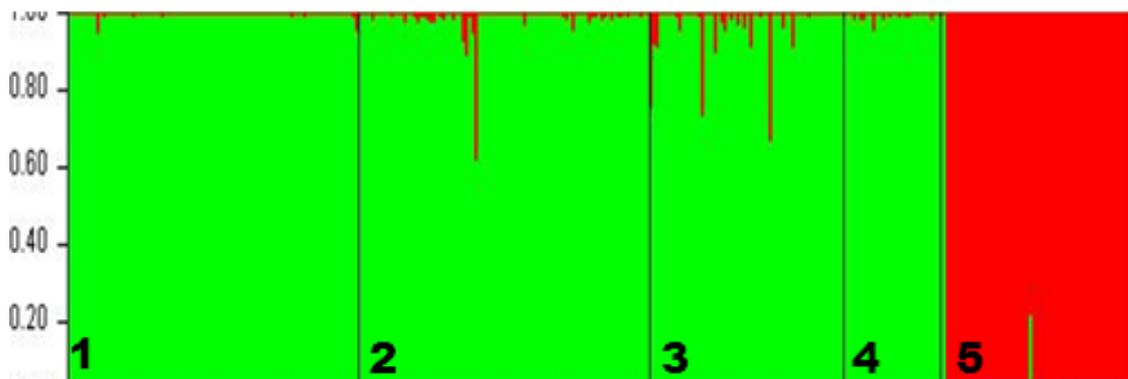


Рисунок 7– Гистограмма уровня интрогрессии генов у пчел от семей среднерусской породы, построенная на основе анализа вариабельности 9 микросателлитных локусов: 1 – пчелы с пасеки с. Тегульдет; 2 – пчелы с пасеки с. Могочино; 3 – пчелы с п. Заречный; 4 – пчелы с пасеки д. Дубровка; 5 – пчелы карпатской породы. Зеленый цвет отражает представленность ядерных генов, характерных для среднерусской породы *A. m. mellifera*, красный цвет – представленность генов карпатской породы *A. m. carpatica* (медоносные пчелы от семей, завезенных на территорию Томской области).

Таким образом, пчелиные семьи с пасеки с. Тегульдет, д. Дубровка, а также две семьи с пасеки с. Могочино представляют значительный интерес в качестве племенного ядра в пчелопитомнике для селекционно-племенной работы по культивированию и сохранению среднерусской породы медоносной пчелы.

## ВЫВОДЫ

1. Три варианта локуса COI-COII мтДНК (PQQ и PQQQ, характерные для среднерусской породы, и Q, специфичный для «южных» пород) зарегистрированы у медоносных пчел, обитающих на пасеках Томской области. Происхождение по материнской линии от среднерусской породы имели 66% пчелиных семей, от пород южного происхождения – 28% семей и смешанное происхождение имели 6% семей.

2. Согласно данным морфометрического исследования (крыловые показатели) полное соответствие стандарту среднерусской породы установлено только для 13,2% семей, стандарту карпатской породы – для 5,0% семей, стандарту серой горной кавказской породы – для 5,1% семей. Большинство пчелиных семей представляют собой гибриды, основная часть которых (55,6%) – гибриды на основе среднерусской породы, 14,4% – гибриды на основе карпатской породы и 6,7% – гибриды на основе кавказской породы.

3. Среди изученных 10 микросателлитных локусов 9 локусов были полиморфными; по локусу AC216 выявлен только один аллель у всех исследованных пчел. Наибольшее генетическое разнообразие у пчел, обитающих в Томской области, показано по микросателлитным локусам A008 (зарегистрированы 14 аллелей), A113 (18 аллелей) и A043 (11 аллелей).

4. Показано более высокое генетическое разнообразие медоносных пчел, обитающих в южных районах области, по сравнению с пчелами с пасек северных районов по микросателлитным локусам A008, AC117, Ap049, H110 и A113, но преобладали общие аллели у пчел с пасек разной географической локализации. Для пчел с пасек южных районов выявлены более короткие аллельные варианты по локусам A008, A113, Ap049 и H110, тогда как для пчел северных территорий характерны более длинные аллели этих локусов.

5. Пчелиные семьи среднерусской породы, выявленные на территории Томской области (с. Тегульдет, д. Дубровка, с. Могочино) представляют собой первичный материал для создания племенного ядра в пчелопитомнике среднерусской породы.

### Список опубликованных работ по теме диссертации

Статьи в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Конусова О. Л. Пчеловодство Томской области / О. Л. Конусова, Н. В. Островерхова, Ю. Л. Погорелов, Е. С. Попова, **Т. Н. Киреева** // Пчеловодство. – 2012. – № 9. – С. 8–9. – 0,18 / 0,04 а.л.

2. Островерхова Н. В. Популяционно-генетическая характеристика пчел Томской области / Н. В. Островерхова, О. Л. Конусова, Ю. Л. Погорелов, **Т. Н. Киреева**, А. А. Воротов, Е. А. Белых // Пчеловодство. – 2014. – № 3. – С. 16–18. – 0,26 / 0,04 а.л.

3. Островерхова Н. В. Генетическое разнообразие локуса COI-COII мтДНК медоносной пчелы *Apis mellifera* L. в Томской области / Н. В. Островерхова, О. Л. Конусова, А. Н. Кучер, **Т. Н. Киреева**, А. А. Воротов, Е. А. Белых // Генетика. – 2015. – Т. 51, № 1. – С. 89–100. – DOI: 10.7868/S0016675815010105. – 0,94 / 0,16 а.л.

в переводной версии журнала, индексируемой *Web of Science Core Collection*:

Ostroverkhova N. V. Genetic Diversity of the Locus COI-COII of Mitochondrial DNA in Honeybee Populations (*Apis mellifera* L.) from the Tomsk Region / N. V. Ostroverkhova, O. L. Konusova, A. N. Kucher, **T. N. Kireeva**, A. A. Vorotov, E. A. Belikh // Russian Journal of Genetics. – 2015. – Vol. 51, № 1. – P. 80–90. – DOI: 10.1134/S102279541501010X.

4. Островерхова Н. В. Исследование полиандрии у медоносной пчелы (*Apis mellifera*) с использованием микросателлитных локусов / Н. В. Островерхова, О. Л. Конусова, А. Н. Кучер, **Т. Н. Киреева** // Зоологический журнал. – 2016. – Т. 95, № 3. – С. 307–313. – DOI: 10.7868/S0044513416030119. – 0,59 / 0,15 а.л.

*Web of Science Core Collection*:

Ostroverkhova N. V. Investigation of polyandry in honey bees (*Apis mellifera*) using microsatellites / N. V. Ostroverkhova, O. L. Konusova, A. N. Kucher, **T. N. Kireeva** // Zoologicheskyy zhurnal. – 2016. – Vol. 95, is. 3. – P. 307–313. – DOI: 10.7868/S0044513416030119.

На англ. яз. (*Springer*):

Ostroverkhova N. V. Investigation of Polyandry in Honey Bees (*Apis mellifera*) Using Microsatellites / N. V. Ostroverkhova, O. L. Konusova, A. N. Kucher, **T. N. Kireeva** // Entomological Review. – 2016. – Vol. 96 (4). – P. 389–394. – DOI: 10.1134/S0013873816040011.

5. Конусова О. Л. Характеристика морфометрической изменчивости медоносных пчел *Apis mellifera* L., отличающихся вариантами локуса COI-COII мтДНК / О. Л. Конусова, Н. В. Островерхова, А. Н. Кучер, Д. В. Курбатский, **Т. Н. Киреева** // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2016. – № 1 (33). – С. 62–81. – DOI: 10.17223/19988591/33/5. – 1,1 / 0,22 а.л.

6. Ostroverkhova N. V. Genetic diversity of honeybees in different geographical regions of Siberia / N. V. Ostroverkhova, A. N. Kucher, O. L. Konusova, **T. N. Kireeva**, I. V. Sharakhov // International Journal of Environmental Studies. – 2017. – Vol. 74, № 5. – P. 771–781. – DOI: 10.1080/00207233.2017.1283945. –0,79 / 0,16 а.л.(Scopus)

*Монографии:*

7. Роль биоразнообразия пчелиных в поддержании гомеостаза экосистем : монография. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2017. – 308 с. – 19,25 / 0,07 а.л.

*Авторская часть Н. В. Островерховой:*

**Киреева Т. Н.** Генетическое разнообразие медоносных пчел с пасек Томской области по комплексу микросателлитных локусов / Т. Н. Киреева, Е. С. Гущина, Н. В. Островерхова, А. Н. Кучер. – С. 55–59.

*Статьи в научных журналах:*

8. Кучер А. Н. Изучение генетического разнообразия медоносных пчел: некоторые проблемы и пути их решения / А. Н. Кучер, Н. В. Островерхова, О. Л. Конусова, **Т. Н. Киреева**, Д. В. Курбатский // Биомика. – 2016. – Т. 8, № 2. – С. 128–141. – 1 / 0,2 а.л.

9. **Киреева Т. Н.** Генетическое разнообразие мтДНК и микросателлитных локусов у медоносных пчел Томской области / Т. Н. Киреева // Принципы экологии. – 2016. – Т. 5, № 3 (19). – С. 59. – 0,11 / 0,04 а.л.

*в переводной версии журнала, входящей в Web of Science Zoological Record:*

**Kireeva T. N.** Genetic diversity of mtDNA and microsatellite loci of Honeybees in Tomsk region / T. N. Kireeva // Principles of the ecology. – 2016. – Vol. 5, № 3 (19). – P. 61.

*Публикации в сборниках материалов конференций:*

10. Островерхова Н. В. Характеристика генетического разнообразия медоносных пчел (*Apis mellifera* L.) Томской популяции по комплексу ДНК-маркеров / Н. В. Островерхова, О. Л. Конусова, А. Н. Кучер, **Т. Н. Киреева**, Р. Т-о. Багиров // Чтения памяти А. И. Куренцова. Владивосток, 04–05 марта 2015 г. – 2015. – Вып. XXVI. – С. 227–240. – 0,8 / 0,16 а.л.

11. **Киреева Т. Н.** Оценка перспективности развития некоторых пасек Томской области с использованием ДНК-маркеров / Т. Н. Киреева, Н. В. Островерхова, О. Л. Конусова // Биотехнологические аспекты развития современного пчеловодства : материалы II Международной научно-практической конференции. Киров, 03–04 марта 2015 г. – Киров, 2015. – С. 60–63. – 0,2 / 0,07 а.л.

12. **Киреева Т. Н.** Морфометрический и молекулярно-генетический анализ медоносных пчел (*Apis mellifera* L.) на пасеках Томской области / Т. Н. Киреева, Н. В. Островерхова, О. Л. Конусова, А. Н. Кучер, И. В. Шарахов // Концептуальные и прикладные аспекты научных исследований и образования в области зоологии беспозвоночных : сборник материалов IV Международной конференции. Томск, 26–28 октября 2015 г. – Томск, 2015. – С. 254–260. – 0,46 / 0,09 а.л.

13. Ген Д. А. Сравнительная морфометрическая характеристика медоносных пчел, отличающихся вариантами локуса COI-COII мтДНК /

Д. А. Тен, **Т. Н. Киреева**, Н. В. Островерхова, О. Л. Конусова // Концептуальные и прикладные аспекты научных исследований и образования в области зоологии беспозвоночных: сборник материалов IV Международной конференции. Томск, 26–28 октября 2015 г. – Томск, 2015. – С. 289–293. – 0,29 / 0,07 а.л.

14. Островерхова Н. В. Оценка генетического разнообразия медоносной пчелы (*Apis mellifera* L.) с использованием микросателлитов / Н. В. Островерхова, О. Л. Конусова, **Т. Н. Киреева** // Евроазиатский симпозиум по перепончатокрылым насекомым (III симпозиум стран СНГ): тезисы докладов. Нижний Новгород, 06–12 сентября 2015 г. – Н. Новгород, 2015. – С. 142–143. – 0,06 / 0,02 а.л.

15. Островерхова Н. В. Популяционно-генетическая характеристика медоносной пчелы (*Apis mellifera* L.) Сибирского региона / Н. В. Островерхова, А. Н. Кучер, О. Л. Конусова, **Т. Н. Киреева** // 50 лет ВОГиС: успехи и перспективы : сборник тезисов всероссийской конференции с международным участием. Москва, 08–10 ноября 2016 г. – Москва, 2016. – С. 249. – 0,06 / 0,02 а.л.



## Поиск заимствований в научных текстах<sup>β</sup>

Введите текст:

...или загрузите файл:

Файл не выбран...

Выбрать файл...

Укажите год публикации:

2018 ▼

Выберите коллекции

Все

Рефераты

Авторефераты

Иностранные конференции

PubMed

Википедия

Российские конференции

Иностранные журналы

Российские журналы

Энциклопедии

Англоязычная википедия

Анализировать

Проверить по расширенному списку коллекций системы Руконтекст (<http://text.rucont.ru/like>)

Обработан файл:

Киреева Т.Н. Научный доклад.pdf.

Год публикации: 2018.

Оценка оригинальности документа - 97.48%

Процент условно корректных заимствований - 0.0%

Процент некорректных заимствований - 2.52%

Просмотр заимствований в документе

Время выполнения: 13 с.

Документы из базы

Источники заимствования

В списке литературы      Источники  
Заимствования

**1. Популяционно-генетическая структура медоносной пчелы (*Apis mellifera* L.) в районе Д. Леботёр Чаинского района Томской области (<http://cyberleninka.ru/article/n/populyatsionno-geneticheskaya-struktura-medonosnoy-pchely-apis-mellifera-l-v-rayone-d-lebotyor-chainskogo-rayona-tomskoy-oblasti>)**

Авторы: Островерхова Надежда Васильевна, Конусова Ольга Леонидовна, Кучер Аксана Николаевна.

Год публикации: 2013. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/populyatsionno-geneticheskaya-struktura-medonosnoy-pchely-apis-mellifera-l-v-rayone-d-lebotyor-chainskogo-rayona-tomskoy-oblasti>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/populyatsionno-geneticheskaya-struktura-medonosnoy-pchely-apis-mellifera-l-v-rayone-d-lebotyor-chainskogo-rayona-tomskoy-oblasti>)

[Показать заимствования \(5\)](#)



2.52%

[Значимые оригинальные фрагменты](#)

[Дополнительно](#)

[Библиографические ссылки](#)

[Искать в Интернете](#)

© 2015-2018 Институт системного анализа Российской академии наук (<http://www.isa.ru/index.php?lang=ru>)