

## **АНАЛИТИЧЕСКИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ВОПРОСЕ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ КРОВОСОСУЩИХ ДВУКРЫЛЫХ**

*Никанорова Анна Михайловна* доцент кафедры ветеринарии и физиологии животных ФГБОУ ВО КФ РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева

**Аннотация.** В статье приведено аналитическое математическое моделирование численности популяций кровососущих эктопаразитов в зависимости от трех факторов: среднемесячного количества осадков, температуры и давления на территории Калужской области по статистическим данным. В итоге аналитические модели позволяют оценить влияние каждого фактора на популяцию паразитов как отдельно, так и их суммарные эффекты.

**Ключевые слова:** аналитические математические модели, эктопаразиты, природно-очаговые болезни.

Кровососущие эктопаразиты поддерживают природные очаги трансмиссивных паразитарных и инфекционных зоонозов. Сами очаги являются сложной системой со многими составляющими, которая также входит в систему более высокого уровня. Жизнедеятельность таких систем обеспечивается взаимодействиями переносчиков (кровососущих временных эктопаразитов), патогенов (вирусов, паразитов, бактерий) и носителей возбудителей, т.е. позвоночными организмами [1; 3; 4].

Распространение болезней и их передача зависит от климата местности, скорости передачи возбудителей, динамики численности популяций [3].

Построены математические аналитические модели численности популяций распротраненных эктопаразитов на примере двукрылых насекомых – комаров в зависимости от трех факторов: среднемесячного количества осадков, температуры и давления на территории Калужской области по статистическим данным.

Для построения математической модели необходимы статистические данные сбора комаров за определенный промежуток времени. В исследовании учитывались данные десяти лет (с 2009 по 2019 гг включительно) (рисунок 1).

Из анализа данных графика численности популяции комаров всех видов Калужской области с 2009 по 2019 гг видно, что самым низким по численности членистоногих оказался 2010 г, также по нижним границам численность была в 2012 г., 2014 г., 2015 г. Самыми плодотворными годами по сбору комаров оказались 2013 г., 2018., 2019 г.

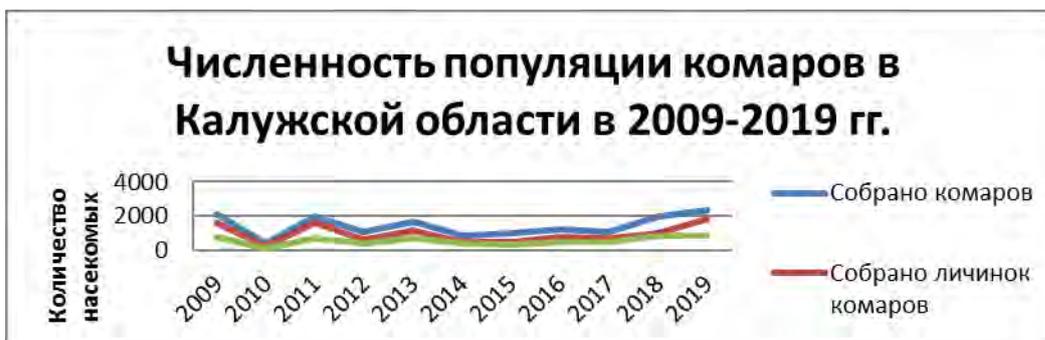


Рисунок 1 - График численности популяции комаров всех видов в Калужской области с 2009 по 2019 гг.

Для построения моделей необходимы минимум три фактора зависимостей. Исходя из данных биологии комаров, исходных клещей крайне серьезное влияние оказывают температуры, количество осадков и давление. В Калужской области показатели средних, минимальных и максимальных значений этих факторов представлены в таблице 1

Таблица 1

**Диапазон варьирования факторов**

Факторы	-1	0	+1
X1	+4,57°C	+6,55°C	+7,57°C
X2	31,6 мм	49,5 мм	64,14 мм
X3	741,0 мм рт ст	745,5 мм рт ст	750,0 мм рт ст

X1 – среднемесячная годовая температура (t °C).

X2 – среднемесячное годовое количество осадков (S, мм).

X3 – среднее атмосферное давление годовое (P мм рт ст)

Откликом Y являлась численность комаров всех видов в стационарных пунктах наблюдений всех районах Калужской области

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{23} X_2 X_3 + b_{123} X_1 X_2 X_3$$

Для исключения влияния систематических ошибок, которые вызываются внешними условиями, рекомендуют опыты с заданным планом эксперимента проводить рандомизированно во времени.

После удаления из модели статистически не значимых коэффициентов окончательно аналитическая математическая модель в нормализованном масштабе принимает вид:

$$Y = 1529,167144,667X_1 + 508,667X_2 - 78,583X_3 - 62,667X_1X_2 - 23,917X_1X_3 - 49,583X_2X_3$$

Анализ полученной модели показывает, что при погодных условиях, когда среднемесячные значения рассматриваемых факторов оказываются на нулевом уровне, предположительное количество комаров окажется в среднем 1529 особей на контрольных территориях. Наибольшее влияние на популяцию комаров оказывает среднемесячное количество осадков. Степень его влияния в 3,5 раза сильнее среднемесячной температуры и в 6,4 раза

сильнее влияния среднего атмосферного давления. Знак «+» говорит о том, что чем больше осадков, тем, тем выше численность комаров. Это обуславливает высокий уровень весеннего паводка, за счет таяния значительного снежного покрова, а в теплое время года сохранностью луж, стоячих водоемов и т.д. Знак «-» при коэффициенте среднемесячной температуры свидетельствует о снижении численности комаров при повышении температуры, что объясняется более интенсивным испарением воды при жаркой погоде.

Парный эффект взаимодействия средней температуры и среднемесячного количества осадков также снижает количество комаров и его значение в 2,3 раза слабее влияния одной температуры и в 8 раз слабее влияния одного фактора количества осадков.

### **Библиографический список**

1. Беломытцева Е.С. Иксодовые клещи как основные переносчики бабезиоза и эрлихиоза плотоядных / Е.С. Беломытцева, Р.Т. Сафиуллин // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2016. – № 17 (17). – С. 46–48.

2. Калмыков В.В. Основные статистические методы анализа результатов экспериментов /В.В. Калмыков, О.С. Федорова // Электронный журнал: наука, техника и образование. - 2016. - № 1 (5). - С. 68-75.

3. Никанорова А.М. Роль математического моделирования динамики численности популяций прокормителей кровососущих членистоногих в профилактике природно-очаговых болезней /А.М. Никанорова // В сборнике: Современные проблемы общей и прикладной паразитологии. сборник научных статей по материалам XIII НПК памяти профессора В.А. Ромашова. - 2019. - С. 64-69

4. Pietikäinen R. *Dirofilaria repens* transmission in southeastern Finland / R. Pietikäinen, S.Nordling, S. Jokiranta, A. Lavikainen, S. Saari, S. Laaksonen, P. Heikkinen, A.Oksanen, C. Gardiner, A. Kerttula, T. Kantanen, A. Nikanorova // Parasites & Vectors.- 2017. - V. 10. - № 1. - P. 561.

УДК: 639.371.

### **МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРОДУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕНГЕРСКОГО КАРПА (*CYPRINUS CARPIO*)**

*Норбоев Б.Б., Самаркандский институт ветеринарной медицины  
Хужаматов И.И., Научно-исследовательский институт рыбоводства  
Тошпўлатов Т.А., Ташкентский государственный аграрный  
университет*

*Аннотация. В статье были изучены морфо-биологические и рыбоводные показатели венгерской породы карпа. Его место в мировой*