

«Утверждаю»

Зав. отдела ВМ

А.М. Апеков А.М. Апеков

« 25 » 02 2016 г.

## ОТЧЕТ

о проделанной научно-исследовательской и учебно-методической работе

за период 01.09.2015 г. – 25.02.2016 г.

аспиранта первого года очного вида обучения

Шогеновой Елены Мусовны

### I. Исследовательская составляющая:

Запланировано: Обзор существующего научно-исследовательского материала по проблематике диссертационной работы. Научно-исследовательская работа по теме диссертации.

Выполнено:

Проведен обзор и анализ следующих источников:

1) Нахушев А.М. Уравнения математической биологии. М.: Высш. шк., 1995. - 301 с. (п. 2.9.10, С. 125-128).

В указанном пункте данной работы рассматривается ультрагиперболическое уравнение Бейли

$$u_{\tau} = (y^2 - xy)u_{xy} + \rho(1 - y)u_y, \quad (1)$$

которое выступает как стохастическая модель эпидемии. Здесь  $u(x, y, \tau)$  означает производящую функцию вероятностей,  $\rho$  - относительную частоту удаления зараженных индивидуумов. Если процесс эпидемии начинается при наличии  $m$  восприимчивых индивидуумов и  $n$  источников инфекции, то получим

$$u(x, y, 0) = x^m y^n. \quad (2)$$

В случае простой эпидемии (так же с нулевым латентным периодом), когда процесс протекает в однородно перемешанной группе из  $m + 1$

индивидуумов и случайный характер носит лишь число восприимчивых индивидуумов, уравнение (1) заменяется уравнением типа реакции-диффузии:

$$u_t = (x^2 - x)u_{xx} + m(1 - x)u_x, \quad (3)$$

а условие (2) - условием Коши:

$$u(x, 0) = x^m.$$

2) Бейли Н. Математика в биологии и медицине. М.: Мир, 1981. - 326 с. (С. 210-214).

В данной работе автор приводит математические модели распространения эпидемий. Рассматриваются детерминистические модели, основанные на дифференциальных уравнениях и стохастические модели, построенные с помощью статистики и теории вероятностей для различных случаев эпидемий.

Рассматривается стохастическая математическая модель эпидемии.

Пусть  $x(t)$  - число восприимчивых индивидуумов в момент времени  $t$ ,  $y(t)$  - число источников инфекции,  $\lambda$  - частота контактов,  $\gamma$  - частота удаления из коллектива зараженных индивидуумов. Если изменить временной масштаб  $\tau = \lambda t$  и обозначить через  $\rho = \frac{\gamma}{\lambda}$  относительную частоту удаления зараженных индивидуумов, то получается следующее дифференциальное уравнение в частных производных для производящей функции вероятностей:

$$\frac{\partial P}{\partial \tau} = (y^2 - xy) \frac{\partial^2 P}{\partial x \partial y} + \rho(1 - y) \frac{\partial P}{\partial y} \quad (1)$$

при начальном условии

$$P(x, y, 0) = x^n y^a \quad (2)$$

(в предположении, что процесс начинается при наличии  $n$  восприимчивых индивидуумов и  $a$  источников инфекции).

До сих пор непосредственно решить уравнение (1) в простом замкнутом виде еще не удалось.

Если вероятность того, что в момент  $\tau$  имеется  $j$  восприимчивых индивидуумов и  $k$  источников инфекции, равна  $p_{jk}(\tau)$ , то подстановка производящей функции вероятностей

$$P(x, y, \tau) = \sum_{jk} p_{jk}(\tau) x^j y^k,$$

в уравнение (1) дает систему дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} \frac{dp_{jk}}{d\tau} &= (j+1)(k-1)p_{j+1} - k(j+\rho)u_{jk} + \rho(k+1)p_{j,k+1}, \\ \frac{dp_{na}}{d\tau} &= -a(n+\rho)p_{na}, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $0 \leq j+k \leq n+a$ ,  $0 \leq j \leq n$ ,  $0 \leq k \leq n+a$ ,

при начальном условии

$$p_{na}(0) = 1$$

Используя преобразования Лапласа можно решить эти уравнения непосредственно, но результаты получаемые таким методом будут громоздки, что практически этот метод совершенно непригоден.

## II. Исследовательская результирующая составляющая:

**1 – Научные публикации в изданиях из списка ВАК (название, где опубликовано, объем):**

Запланировано: одна статья в журнале из перечня ВАК

Выполнено: Оформлена статья по результатам проделанной работы.

*Шогенова Е.М.* Стохастическая математическая модель вирусной эпидемии // «Известия КБНЦ РАН». 2015. Т. 2, № 6(68). С. 213-219.

**2 – Научные публикации в иных изданиях (название, где опубликовано, объем):**

Запланировано: публикация одной статьи в материалах конференции, одного тезиса в школе молодых ученых

Выполнено: Оформлен тезис по результатам проделанной работы.

*Shogenova E.* On one stochastic model for epidemics // Proceedings International Russian-Chinese Conference “On Actual Problems of Applied Mathematics and Physics” and School for Young Scientists “Nonlocal Boundary Problems and Modern Problems of Algebra, Analysis and Informatics”. Elbrus, Kabardino-Balkarian Republic, 2015. P. 195-196.

### **3 – Выступления на научных форумах (тема, название, дата, место проведения, форма участия):**

Запланировано: выступление с докладом на школе молодых ученых, проводимой ИПМА

Выполнено: Принято очное участие с устным докладом в Международной Российско – Китайской конференции «Актуальные проблемы прикладной математики и физики» и Школы молодых ученых «Нелокальные краевые задачи и современные проблемы алгебры, анализа и информатики». Эльбрус, 14-18 декабря 2015 г.

### **4 – Участие в научно–исследовательских грантах**

4.1. Форма – участник гранта. Указать тему и фонд, ФИО и должность руководителя гранта.

Запланировано: не запланировано

4.2. Форма – руководитель гранта. Указать тему и фонд поддержки.

Запланировано: не запланировано

### **5 – Участие в программах академической мобильности (стажировки – указать организации и период проведения, при наличии – ФИО и должность руководителя стажировки):**

Запланировано: не запланировано

## **III. Учебно-методическая и педагогическая работа**

1) Посещала занятия по следующим дисциплинам:

1. «Интеллектуальный анализ данных», лектор к. ф.-м. н., Л. А. Лютикова; (36 часов)

2. «Методы математического и динамического программирования», лектор к.ф.-м.н., Л. А. Лютикова; (36 часов)

3. «Элементы дробного исчисления и их применение», лектор д. ф.-м. н. А.В. Псху; (36 часов)

4. «Педагогика и психология высшей школы», лектор доцент, к.пед.н. Р.М. Кумышева. (108 часов)

2) Участие в работе еженедельного семинаров отдела УМБ:

Сделаны доклады на заседании и семинаре отдела УМБ на темы:

- 1) «Стохастическая модель вирусной эпидемии», протокол №12 от 13.10.2015 г.
- 2) «Об одной стохастической модели эпидемии», протокол №14 от 03.11.2015 г.

Аспирант



Шогенова Е. М.

/ Научный руководитель



Нахушев А.М.