

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе  
Кыргызского национального

университета им. Ж.Баласагына

д.т.н., профессор Дылдаев М.М.



2025 г.

### Выписка

Из протокола №5 расширенного заседания  
Института компьютерных технологий и искусственного интеллекта  
от 10 февраля 2025 г.

**Председатель:** Рыспаев А.О. – кандидат физико-математических наук, доцент, директор Института компьютерных технологий и искусственного интеллекта.

**Секретарь:** Мусуралиева Д.Э. – старший преподаватель кафедры «Информационные системы и технологии».

**Присутствовали:** д.ф-м.н., доц. Сабитов Б.Р., д.ф-м.н., доц. Чороев К.Ч., д.ф-м.н., проф. Каракеев Т.Т., к.ф-м.н., доцент Жусункелдиев Ш., к.ф-м.н., к.ф-м.н., доц. Орозобекова А.К., к.ф-м.н., доцент Байгазиева Н.А., к.ф-м.н., доцент Касымова Т.Дж., к.ф-м.н., доцент Какишов Ж.К., к.ф-м.н., доцент Сейитбеков А., к.ф-м.н., доцент Бугубаева Ж.Т.

### ПОВЕСТКА ДНЯ:

Разное. Обсуждение диссертационной работы Курманалиевой Гульзат Салыевны на тему «Разработка численного решения прямой и обратной задачи распространения потенциала действий по нервному волокну» представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Докладчик Курманалиева Г.С.

**Слушали:** председатель к.ф-м.н., доц. Рыспаев А.О., предложил утвердить повестку дня и предоставил слово для доклада соискателю.

**Слушали:** соискатель Курманалиева Г.С. представила доклад, в котором подробно изложила содержание своей диссертационной работы «Разработка численного решения прямой и обратной задачи распространения потенциала действий по нервному волокну», с использованием презентации.

### ВОПРОСЫ К ДОКЛАДЧИКУ:

Рыспаев А.О.: Что представляют собой прямая и обратная задача распространения потенциала действия по нервному волокну?

Курманалиева Г.С.: Прямая задача распространения потенциала действия по нервному волокну является моделью, используемой для описания передачи электрического сигнала вдоль нервных волокон. В этой задаче предполагается, что нервное волокно представляет

собой прямую линию, а потенциал действия, возникающий в одном участке волокна, распространяется вдоль него.

Обратная задача распространения потенциала действия по нервному волокну основана на обратной моделировании процесса распространения потенциала действия с целью определения неизвестных параметров или источников, которые могут вызвать установленный распределенный потенциал на поверхности волокна.

Каракеев Т.Т.: В чем теория регуляризации и ваш подход?

Курманалиева Г.С.: Регуляризация в теории обратных задач - это метод добавления некоторых дополнительных ограничений к условию с целью решить некорректно поставленную задачу. Например, это могут быть ограничения гладкости результирующей функции или ограничения по норме векторного пространства. В данной диссертационной работе мы произвели регуляризацию малым параметром  $|f(t) - f^\varepsilon(t)| < \varepsilon$ ,  $\varepsilon$ - малое число.

Каракеев Т.Т.: В чем заключается сущность практической значимости?

Курманалиева Г.С.: Сущность практической значимости заключается в том, что созданы комплексы программ для решения одномерных прямых и обратных задач распространения потенциала действий по нервному волокну, основанные на алгоритмах методов конечно-разностного и конечно-разностного регуляризованного решения, как для решения прямой задачи, так и для обратной задачи, т.е. для восстановления одного из параметров физического процесса. Результаты численных экспериментов показали хорошую точность и установлены относительные погрешности для восстановления искомым

Сабитов Б.Р.: Какой ваш вклад или особый подход в решении задачи?

Курманалиева Г.С.: В решении обратной задачи в данной диссертационной работе мы выбрали метод конечно-разностного регуляризованного решения с использованием методов выпрямления характеристики и метод выделения особенностей.

Жусупкелдиев Ш.: В чем заключается усовершенствование модели?

Курманалиева Г.С.: Усовершенствована математическая модель прямой и обратной задачи распространения потенциала действия по нервному волокну с установлением граничных условий при мгновенных и шнуровых источниках.

Чороев К.Ч.: В чем заключается регуляризация?

Курманалиева Г.С.: Регуляризация обратной задачи телеграфного уравнения в данной работе заключается в методике М.М. Лаврентьева с малым параметром. Мы должны найти малое отличие и произвели регуляризацию малым параметром  $|f(t) - f^\varepsilon(t)| < \varepsilon$ ,  $\varepsilon$ -малое число.

Рыспаев А.О.: Какого вида сингулярность в вашей модели? Как вы избавляетесь от этой сингулярности?

Курманалиева Г.С.: В данной работе сингулярность математического вида, в том числе обобщенной функцией, тета-функцией Хевисайда. Также избавляемся от сингулярности используя методику В.Г. Романова по устойчивости обратных задач.

Бугубаева Ж.Т.: Что нового в комплексе программ? Что нового в численном методе?

Курманалиева Г.С.: Программа составлена на языке Delphi, по составленному алгоритму конечно-разностного регуляризованного решения, что является новым методом для решения задач распространения потенциала действий по нервному волокну.

Какишов Ж.К.: Методы теории устойчивости, что вы внесли?

Курманалиева Г.С.: Во-первых нами получены малые изменения входных данных, в связи с чем получены малые изменения полученных решений, во вторых показана устойчивость

конечно-разностного регуляризованного решения и получены оценка сходимости с дельта-функцией и тета-функцией, со скоростью сходимостью  $O(h)$ .

Сабитов Б.Р.: Какой параметр вы исследуете при решении задачи?

Курманалиева Г.С.: В данной диссертационной работе при решении задачи мы используем следующие параметры:  $C_m(x)$  – емкость на единицу площади мембраны,  $r_a(x)$  – радиус нервной волокны,  $\rho_m(x)$  – удельное сопротивление вещества мембраны,  $\rho_a(x)$  – удельное сопротивление плазмы нервной волокны.

Касымова Т.Дж.: В графиках даются точные значения удельного сопротивления нервной волокны, погрешность составляет свыше 10%, как вы будете решать эти проблемы?

Курманалиева Г.С.: Да, в графиках при восстановлении удельного сопротивления нервного волокна мы получили погрешности до 20%, что является допустимой нормой для графиков задач уравнения нейрофизиологии.

Байгазиева Н.А.: Что означают начальные и граничные условия в вашей задаче?

Курманалиева Г.С.: Начальное и граничное условие следующего вида:

$$u(x, t)|_{t < 0} = 0, u'_x(x, t)|_{x=0} = h_0\theta(t) + r_0\theta_1(t) + p_0\theta_2(t), t \in R_+$$

Начальное условие означает, что нервное волокно до некоторого времени  $t < 0$  находится в положении покоя и начиная времени  $t = 0$  задается определенное напряжение и процесс распространения импульса начинается по нервному волокну.

Граничное условие означает, что, начиная времени  $x = 0$  задается источник напряжения с силами  $h_0, r_0, p_0$ .

Сабитов Б.Р.: В чем выражается особенность некорректных постановок задач?

Курманалиева Г.С.: Обратные задачи всегда некорректны, в связи с чем мы разработали решение обратных задач численным регуляризованным методом решения, используя методы выделения особенностей, метод выпрямления характеристики и т.д.

Сейитбеков А.: Что такое потенциал действия и за счет чего она генерируется?

Курманалиева Г.С.: Потенциал действия - это кратковременное электрическое событие, которое происходит вдоль клеточной мембраны нервных клеток и используется для передачи сигналов в нервной системе.

Потенциал действия генерируется за счет переполняющегося электрического заряда, который происходит в нейронах. Когда нейрон возбуждается под воздействием химических сигналов от соседних нейронов, внутри него начинается изменение концентрации ионов, особенно натрия и калия. Это приводит к разности зарядов внутри и снаружи клетки, создавая потенциал действия. Когда этот потенциал достигает порогового значения, он вызывает волны ионного тока вдоль аксона нейрона, что и обеспечивает передачу сигнала вдоль нервной системы.

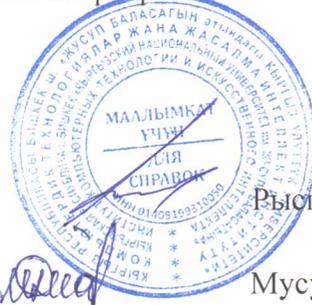
Рыспаев А.О.: Зачитал подготовленный отзыв ведущей организации.

#### ПОСТАНОВИЛИ:

Рекомендовать к защите. Утвердить отзыв ведущей организации по диссертационной работе Курманалиевой Гульзат Салыевны на тему «Разработка численного решения прямой и обратной задачи распространения потенциала действий по нервному волокну», представленной в диссертационный совет Д 05.23.686 на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18- математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.  
Результат голосования – единогласно.

Председатель ученого совета,  
директор ИКТиИИ, к.ф-м.н., доц.:



Рыспаев А.О.

Секретарь ученого совета:

Мусуралиева Д.Э.

*Торуксан*  
*Уар. 90 кыс*

*Жавапкер*



*Мусуралиева Д.Э.*