

## Заключение

экспертной комиссии Диссертационного совета 6Д.КОА-011 при  
Таджикском национальном университете о диссертационной работе  
**З.И.Шарифзода «Методы качественного исследования стационарных и  
периодических решений нелинейных дифференциальных уравнений  
второго и третьего порядков» на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук по специальности 01.01.02 –  
Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное  
управление**

Настоящая диссертационная работа посвящена методам качественного исследования стационарных и периодических решений трех систем нелинейных дифференциальных уравнений, зависящих от малого параметра. В ней рассматриваются следующие системы:

$$\begin{cases} \dot{x} = -y + \mu \cdot P(x, y, \mu), \\ \dot{y} = x + \mu \cdot Q(x, y, \mu), \end{cases} \quad (1)$$

где функции  $P(x, y, \mu)$ ,  $Q(x, y, \mu)$  непрерывны по совокупности переменных  $x, y, \mu$  в области  $|\mu| < \mu_0$ ,  $(x, y) \in R^2$ ;

$$\begin{cases} \dot{\phi} = -\frac{\partial H(\phi, y)}{\partial y} + \mu \cdot P(\phi, y, \mu), \\ \dot{y} = \frac{\partial H(\phi, y)}{\partial \phi} + \mu \cdot Q(\phi, y, \mu), \end{cases} \quad (2)$$

где функции  $H(\phi, y) \equiv H(\phi + 2\pi, y)$ ,  $P(\phi, y, \mu) \equiv P(\phi + 2\pi, y, \mu)$ ,  $Q(\phi, y, \mu) \equiv Q(\phi + 2\pi, y, \mu)$  непрерывны по совокупности переменных  $\phi, y, \mu$  в области  $|\mu| < \mu_0$ ; также рассматривается нелинейная система трёх дифференциальных уравнений, описывающая фотосинтез в автотрофных системах вида

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -k_1 b x (1 - y - z) + k_{-1} b (1 - x) y - k_2 b x y + k_{-2} b (1 - x) z + k_0 (1 - x), \\ \frac{dy}{dt} = k_1 a x (1 - y - z) - k_{-1} a (1 - x) y - k_2 a x y + k_{-2} a (1 - x) z, \\ \frac{dz}{dt} = k_2 a x y - k_{-2} a z (1 - x) - k_3 z, \end{cases} \quad (3)$$

где  $k_1, k_{-1}, k_2, k_{-2}, k_0, k_3$  – положительные константы.

Работа в основном носить теоретический характер. В ней применяются и развиваются методы качественной теории обыкновенных дифференциальных уравнений и методы нелинейного анализа. Результаты работы можно использовать в прикладных вопросах, а также при исследовании периодических и стационарных решений обыкновенных дифференциальных уравнений.

Результаты диссертационной работы являются новыми и заключаются в следующем:

- для нелинейного дифференциального уравнения, зависящего от параметра и соответствующего системе уравнений (1), получены условия существования периодических решений, которые существенно расширяют область применимости метода малого параметра Л.С.Понtryгина на плоскости;
- для нелинейной системы (2), зависящей от малого параметра и близкой к гамильтоновым системам, получены новые условия существования периодических решений, которые обобщают метод малого параметра Л.С.Понtryгина на цилиндре;
- для нелинейной системы трёх дифференциальных уравнений (3), зависящей от параметров, получена инвариантная область;
- для нелинейной системы (3) найдено стационарное состояние и доказано его устойчивость.

На основании справки о результатах проверки данной диссертационной работы на наличие заимствований, выполненной в системе «Антиплагиат.Эксперт» при ВАК РТ, процент оригинальности составляет 77.32%. Кроме того, в диссертации нами не обнаружено использование заимствованного материала без соответствующих ссылок на автора и источника.

Материалы исследования достаточно полно изложены в 14 работах, опубликованных автором по теме диссертации, из них 8 статей опубликованы в научных журналах и сборниках материалов конференций Российской Федерации, и 6 в научных журналах и сборниках материалов конференций Республики Таджикистан, список которых приведен в конце диссертации. Из 14 работ, 7 опубликовано в журналах, входящих в список журналов ВАК при Президенте Республики Таджикистан и ВАК РФ, а 7 в материалах международных и республиканских научных конференциях.

Диссертационный совет 6Д.КОА-011 при Таджикском национальном университете состоит из 15-и членов совета, в том числе 5 докторов наук: Илолов М., Раджабов Н.Р., Байзоев С., Джангибеков Г., Шамсудинов Ф.М. являются специалистами по профилю рассматриваемой диссертации.

Экспертная комиссия считает целесообразным назначить по рассматриваемой диссертации:

**-ведущей организацией** – Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана;

**-официальными оппонентами:**

Сафарова Джумабоя – доктора физико-математических наук, профессора кафедры математического анализа Бохтарского государственного университета им. Н. Хусрава;

Сайдова Бахтиёра Бобокалоновича – кандидата физико-математических наук, заведующего кафедрой высшей математики Таджикского государственного финансово-экономического университета.

На основании рассмотрения диссертационной работы Шарифзода З.И. «Методы качественного исследования стационарных и периодических решений нелинейных дифференциальных уравнений второго и третьего порядков» следует отметить, что представленная работа соответствует заявленной специальности 01.01.02 – Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление и профилю Диссертационного совета 6Д.КОА-011 при Таджикском национальном университете и может быть принята к защите.

**Председатель экспертной комиссии:**

доктор физико-математических наук

Ф.М. Шамсудинов

**Члены экспертной комиссии:**

доктор физико-математических наук

Р. Пиров

кандидат физико-математических наук

М. Зарифбеков

«13» июня 2022 г.