

# ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ: МОДЕЛЬ ХЕМОСТАТНОГО УПРАВЛЕНИЯ РОСТОМ БИКУЛЬТУР МИКРООРГАНИЗМОВ

Садовская К. И., Белаш М. А., Климяк Н. В.

УО "Гродненский государственный медицинский университет"

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доц. Клинецвич С. И.

**Актуальность.** Хемостатный рост микроорганизмов представляет собой способ их культивирования в постоянной среде с контролируемой концентрацией питательных веществ. На практике для этих целей используется конструкция проточного хемостата (ПХ). В ПХ для поддержания постоянной концентрации микроорганизмов используется управление скоростью добавления питательных веществ и удаления из хемостата продуктов метаболизма [1]. Поэтому уже на стадии проектирования хемостатного производства используется математическое моделирование как самих процессов роста микроорганизмов, так и создание оптимальных моделей управления ростом. Разработаны сложные реалистические математические модели [2]. Учебными программами для соответствующих специальностей вузов предусмотрено изучения хемостатных математических моделей (ХММ). Однако в силу сложности существующих ХММ, их изучение на младших курсах является проблематичным. В данной ситуации альтернативой может стать на начальном этапе обучения знакомство с упрощенными компьютерными моделями.

**Цель.** Исследование направлено на: 1) создание математической модели, позволяющей описать процессы, протекающие в ПХ с конкурирующими за одну питательную среду двумя культурами микроорганизмами; 2) изучение на основе разработанной модели различных режимов синтеза бикультур микроорганизмов в ПХ; 3) анализ полученных решений, учитывающих различные сценарии роста микроорганизмов-конкурентов в ПХ.

**Методы исследования.** В исследовании нами использовались методы математического анализа и компьютерной алгебры, численные методы, пакет программ MathCad, численные классические и авторские алгоритмы, а также данные по ХММ, имеющиеся в литературе. Выбор среды MathCad обусловлен её относительной простотой и доступностью для изучения и применения студентами медико-биологических и химических специальностей.

**Результаты и их обсуждение.** Создана упрощенная и наглядная математическая модель развития популяций микроорганизмов-конкурентов в ПХ. Модель базируется на системе простых нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка. Для численного решения нами использовались методы численного дифференцирования по схеме Эйлера и Рунге-Кутты с

применением пакета математического проектирования MathCad [3]. Модель позволяет путём изменения управляющих параметров регулировать процессы жизнедеятельности микроорганизмов в хемостате.

Разработанная учебная модель роста в хемостате конкурирующих за питательную среду двух видов микроорганизмов является адекватной. Так, установлено, что на начальной стадии в хемостате при малой скорости входного потока субстрата осциллирует численность микроорганизмов. При дальнейшем развитии событий для малых скоростей наблюдается гибель популяции. При больших скоростях входного потока скорость роста популяции становится постоянной.

**Выводы.** Учебная модель адекватна с учётом целей и задач, которые ставились при её создании и даёт удовлетворительные результаты. Модель является доступной для практического применения в лабораторных практикумах по численному моделированию хемостатных процессов. Данная модель может применяться в качестве платформы для разработки практических заданий в системе управляемой самостоятельной работы студентов и при дистанционном обучении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хемостат-Chemostat. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/Chemostat>. – Дата доступа: 10.03.2024.
2. Лелеков, А.С. Моделирование динамики азотистых соединений в клетках микроводорослей. Хемостат/А.С. Лелеков, Р. П. Транкеншу// Математическая биология и биоинформатика. – 2019. – Т. 14, № 2. – С. 450–463.
3. Херхагер, М. MathCad 2000: полное руководство : пер с нем./М. Херхагер, Х. Партолль. –К. : Издательская группа ВНУ. – 2000. – 416 с.

## ЗАДЕРЖКА РОСТА ПЛОДА: ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ БЕРЕМЕННОСТИ И РОДОВ

Сальвончик Я. П., Пацкевич А. В.

УО "Гродненский государственный медицинский университет"

Научный руководитель: доц. Ганчар Е. П.

**Актуальность.** Задержка роста плода (ЗРП) – актуальная проблема современного акушерства и перинатологии [1-2]. Постнатальные осложнения задержки внутриутробного роста включают респираторный дистресс-синдром, гипотермию, гипогликемию, сепсис. Впоследствии у детей, родившихся с гипотрофией, наблюдаются нарушения физического, умственного развития, эндокринные расстройства, аномалии развития костной системы [3].