

Требуемые характеристики концепта мобильного робота:

- максимальная скорость 25 км/ч;
- запас хода на максимальной скорости 4 км;

Тренер в приложении задает отрезок и время к которому надо стремиться новичкам. Робот рассчитывает среднюю скорость и ведет группу новичков. После отрезка постепенно останавливается для избегания столкновения со спортсменами, а так же их травмирования. Движение робота осуществляется с помощью двух двигателей. С помощью технического зрения робот следит, чтобы белая линия оставалась между колесами. Цель применения данного робота в том, чтобы приучить начинающих спортсменов чувствовать скорость во время тренировок. Чтобы в будущем спортсмены могли сами ориентироваться на время без секундомера или тренера.

**Заключение.** Данная статья посвящена разработке мобильного робота для улучшения качества тренировок новичков. В ходе написания статьи были выполнены следующие шаги:

- 1) определены задача и способ ее решения;
- 2) рассмотрен ближайший аналог;
- 3) определена концепция;
- 4) расписан принцип работы робота во время тренировки;
- 5) Приведен анализ использованной литературы.

#### Список литературы

1. О направлении Методических рекомендаций по организации спортивной подготовки в Российской Федерации: Письмо Минспорта России от 12.05.2014 N ВМ-04-10/2554 // КонсультантПлюс, 2017. 97 с.
2. Преимущества и недостатки промышленных роботов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kauchuk.com.ua/preimushhestva-i-nedostatki-promyshlennyh-robotov/>
3. Робот для настольного тенниса D899 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://topspin.pro/market/roboty\\_dlya\\_nastol\\_nogo\\_tennisa/robot\\_dlya\\_nastol\\_nogo\\_tennisa\\_d899/](https://topspin.pro/market/roboty_dlya_nastol_nogo_tennisa/robot_dlya_nastol_nogo_tennisa_d899/)
4. ThePUMABot [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://shazoo.ru/2016/05/02/39443/the-puma-beatbot-robotopomoshnik-dlya-begunov>
5. Бойко А. Starship – Уличные роботы-курьеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/roboptedia/starship>
6. Робот, движущийся по линии, с использованием PID управления [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://iarduino.kz/blog/robot-dvizhucshijsya-po-linii-s-ispolzovaniem-pid-upravleniya.html>

### АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДИК ПОДДЕРЖАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ЖИДКОСТИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЖКТ КУРИЦЫ

Лукиянов А.Д., Донской Д.Ю., Болдарева К.И.

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: dand22@bk.ru*

С каждым годом методики исследования живых организмов, методики моделирования органов людей и животных совершенствуются. В данной статье рассмотрены основные методы моделирования желудочно-кишечного тракта

курицы. Данные модели позволяют неинвазивно проводить исследования в процессе разработки препаратов и пробиотиков. Модульность некоторых моделей позволяет удобно вести экспериментальные исследования, сложность других позволяет максимально приблизиться к реальному ЖКТ и упростить этап подготовки биологических образцов. Большинство работающих моделей используется на производстве и скрыто для большого круга людей. Целью данной статьи является обзор существующих методик моделирования и выделение наиболее значимых характеристик и преимуществ той или иной модели. Например, для наиболее приближенных исследований предпочтительно использовать ТИМ-модели, а для быстроты реализации и проведения частных исследований удобнее использовать SHIME-модели. В данном исследовании, также рассмотрены основные параметры, которые необходимо поддерживать при работе искусственного ЖКТ курицы и определены общие характеристики разработанного нами экспериментального образа с автоматизированной системой управления.

Желудочно-кишечный тракт животных – это сложная система с синергетической и рекурсивной связями. Моделирование процессов данной системы – это трудоемкий процесс, требующий совмещения как ветеринарных, так и технических наук.

Проведение исследовательских работ по моделированию ЖКТ сельскохозяйственных животных значительно упростит разработку различных добавок и препаратов, позволит неинвазивно, искусственно проводить проверку и тестирование разработанных образцов. Системы искусственного ЖКТ значительно повышают производительность исследований и позволяют их ускорить за счет распараллеливания процессов.

Модели желудочно-кишечного тракта животных имеют различные методики управления, поддержания и формирования параметров жидкостей. Вопрос создания искусственной системы ЖКТ человека подробно рассматривался в работах зарубежных ученых Kitty Verhoeckx, Paul Cotter, Iván López-Expósito, Charlotte Kleiveland, Tor Lea, Alan Mackie и других [1]. Но о системах моделирования ЖКТ сельскохозяйственных животных пока мало исследований и большая их часть закрыта для широкого круга людей различными сельскохозяйственными компаниями.

#### Основные виды in-vitro моделей ЖКТ

##### ТИМ-модель

Желудочно-кишечный тракт представляет собой трубчатый орган с различными отделениями (зоб, желудок, тонкая кишка, толстая кишка) для каждой стадии пищеварения [1, 2]. Во время постепенного прохождения пищи через отсеки различные фракции пищи под-

вергаются воздействию изменяющихся условий из-за постепенной секреции пищеварительных жидкостей и поглощения воды и питательных веществ. ТИМ намеревается смоделировать динамические условия в просвете желудочно-кишечного тракта. Он предназначен для сочетания управляемости и воспроизводимости модельной системы с физиологическими параметрами, такими как смешивание, перемещение пищи и т.д. Схематичное представление данной модели описано на рис. 1 [1, 3].

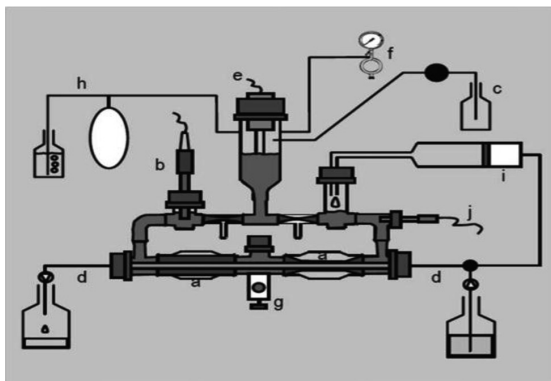


Рис. 1. Схематический рисунок модели толстой кишки TNO in vitro (TIM-2) [1, 3, 5]

Некоторые особенности ТИМ уникальны по сравнению с другими моделями. Прежде всего, перистальтические движения гибкой мембраны обеспечивают лучшее перемешивание и перемещение компонентов по всей модели, чем это было бы достигнуто при перемешивании (в ферментере) или встряхивании (на качалке или иным способом). В серийных инкубаторах или менее сложных моделях микробиота обычно прививается с гораздо меньшей плотностью

(в 100 и более раз) и медленно растет до физиологической плотности. Основным минусом является сложность реализации данной системы, относительно сложная структура исключает модульность и накладывает определенные требования к ходу эксперимента [1, 4].

#### SHIME-модель

Симулятор микробной экосистемы кишечника человека (SHIME) – это многокамерный динамический симулятор кишечника человека, разработанный в 1993 году. Эта разработка многокомпонентных имитаторов (частей) кишечника человека была первой попыткой имитировать условия толстой кишки. Данную модель можно применять при исследованиях любого ЖКТ из-за ее гибкости и модульности. Главным недостатком данной модели является механическая система перемешивания химуса [1, 3, 4].

Основное внимание в системе SHIME уделяется моделированию микробного сообщества толстой кишки. Из-за недоступности области толстой кишки человека или животного для взятия репрезентативного микробного инокулята фекальная микробиота выбирается в качестве инокулята в отсеки толстой кишки реактора SHIME. Другие особенности SHIME включают постепенное опорожнение желудочного дайджеста в кишечное отделение, возможность запуска динамического профиля pH в желудочном отделении и возможность установки диализного блока позади кишечного отделения, чтобы можно было проводить эксперименты с реальными пищевыми матрицами или пищевыми компонентами, которые должны пройти предварительное переваривание и удаление сахарных мономеров или аминокислот и пептидов до того, как химус будет перенесен в кишечное отделение. Структурное описание SHIME-модели представлено на рис. 2 [1].

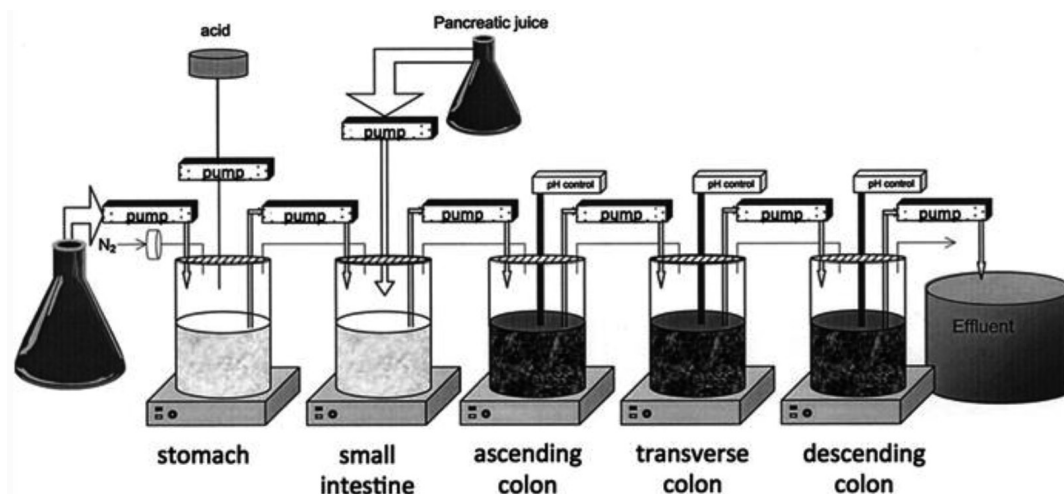


Рис. 2. Схематичное представление SHIME-модели

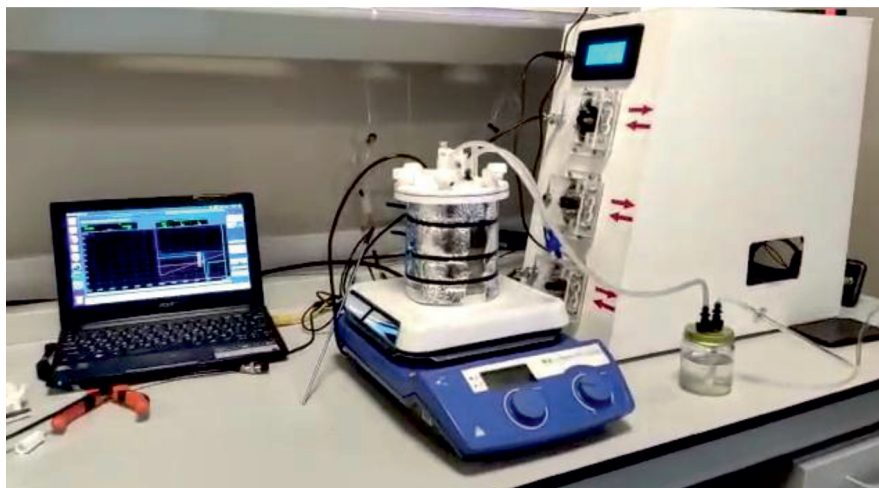


Рис. 3. Общий вид биореактора с системой управления

Исследования. Для проведения собственных исследований была использована рассмотренная ранее SHIME-модель. Поддержание параметров происходит с помощью разработанной автоматизированной системы управления. В созданном биореакторе происходит управление температурой с точностью до 0.0625 °C (диапазон для ЖКТ курицы 40 – 42,5 °C) и pH с точностью до 0.1 pH (диапазон для ЖКТ курицы 1.5 – 2 pH). Также предусмотрено насыщение реактора азотом, что требуется для оптимизации среды в биореакторе. Общий вид разработанной модели представлен на рис. 3 [1, 6].

Таким образом, мы рассмотрели два основных *in vitro* метода моделирования желудочно-кишечного тракта животных. Данные исследования в данный момент применяются в лаборатории «Центр агробиотехнологии» в ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет».

*Исследования выполнялись при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России в рамках Мегагранта «Ветеринарные пробиотические препараты направленного модулирования здоровья животных» (Соглашение № 075-15-2019-1880) под общим руководством профессора Чикиндаса М.Л., (Rutgers, The State University of New Jersey, USA).*

#### Список литературы

1. Van de Wiele T., Van den Abbeele P., Ossieur W., Possemiers S., Marzorati M. (2015) The Simulator of the Human Intestinal Microbial Ecosystem (SHIME®). In: Verhoeckx K. et al. (eds) *The Impact of Food Bioactives on Health*. Springer, Cham.
2. Giuliani, Camilla and Marzorati, Massimo and Innocenti, Marzia and Vilchez-Vargas, Ramiro and Vital, Marius and Pieper, Dietmar H. and Van de Wiele, Tom and Mulinacci, Nadia «Dietary supplement based on stilbenes: a focus on gut microbial metabolism by the *in vitro* simulator M-SHIME®», *Food Funct.* 2016, p 4564-4575. DOI: 10.1039/C6FO00784HE.
3. Karthikeyan N., Jayaraja A. Application of First Order differential Equations to Heat Transfer Analysis in solid // *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, Volume 5, Issue 8, P. 5-8.

4. Modeling Thermal Liquid Systems // Matlab documentation. The MathWorks, Inc. URL: <https://www.mathworks.com/help/physmod/simscape/ug/thermal-liquid-modelingworkflow.html>

5. Koen Venema. The TNO In Vitro Model of the Colon (TIM-2), K. Verhoeckx et al. (eds.), *The Impact of Food Bio-Actives on Gut Health*. DOI: 10.1007/978-3-319-16104-4.

6. Chistyakov V.A., Lukyanov A.D., Donskoy D.Yu., Chapek S.V., Katin O.I. Modeling and analysis of energy efficiency of methods for maintaining temperature conditions in microbio-reactors IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 900 (2020) 012015 DOI: 10.1088/1757-899X/900/1/012015.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Мусаева Э.А., Григорьева Т.Ю.

*Московский автомобильно-дорожный  
государственный технический университет  
(МАДИ), e-mail: musaeva.elina2011@yandex.ru*

Газовое моторное топливо (ГМТ) является одним из перспективных видов топлив, способных заменить традиционные нефтяные виды топлива. В настоящее время количество автотранспорта, использующего ГМТ, неуклонно растет во многих странах мира. ГМТ обладает лучшими экологическими и экономическими характеристиками по сравнению с бензиновым и дизельным топливом. В настоящее время уже многие автопроизводители выпускают модели, способные работать на газовом топливе, однако «слабость» законодательной базы и отсутствие широкой сети заправочных станций тормозят развитие газового транспорта в России. Данную ситуацию позволит изменить комплексный подход государства, сориентированный на развитие инфраструктуры и стимулирование приобретения газовых автотранспортных средств, особенно в области коммерческих перевозок, где экономический эффект от внедрения будет наиболее заметным.