

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акулов Л.Г., Муха Ю.П. Методы обработки электроэнцефалографических данных // Известия ВолгГТУ. Сер.: «Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь». – 2008. – Вып.2, №4. – С.66-69.
2. Акулов Л.Г., Муха Ю.П. Адаптивные методы в электроэнцефалографических измерениях // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2007. №5. – С. 45-51.
3. Каплан А.Я. Нестационарность ЭЭГ: методологический и экспериментальный анализ // Успехи физиологических наук. – 1998. – №29(3). – С.35-55.
4. Нестеров М.М., Трифанов В.Н. Когерентный анализ сигналов по ключу // Научное приборостроение. – 2000. – Т.10, №2. – С. 81-87

*E-mail: knopnarix@ya.ru.*

УДК: 535.2:621.373.8:611.08:538.087

**Ю.В. Кистенев**, д-р физ.-мат. наук, **Е.П. Красноженов**, д-р мед. наук,  
**В.А. Фокин**, канд. физ.-мат. наук, **О.П. Бочкарева**, канд. мед. наук,  
**Е.С. Никотин**, **Е.В. Осокина**, **Г.Г. Стромов**  
(Сибирский государственный медицинский университет, Томск),  
**В.Е. Павлова**  
(Томский областной противотуберкулезный диспансер)

### **АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ МИКОБАКТЕРИЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ СПЕКТРА ПОГЛОЩЕНИЯ ИХ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ<sup>1</sup>**

В работе представлены результаты расчета интегральной оценки динамики спектра поглощения газовыделений *Mycobacterium smegmatis*, зарегистрированных с помощью аппаратуры лазерного газоанализа, при добавлении в питательную среду NaCl. Определены концентрации NaCl, максимально стимулирующие газовыделения микобактерий.

**Ключевые слова:** колонии бактерий, *Mycobacterium smegmatis*, газовыделения, лазерная спектроскопия, интегральная оценка.

Проблема ранней диагностики туберкулеза органов дыхания, несмотря на внедрение новых и усовершенствование уже имеющихся методов, остается нерешенной. В основном это связано с низкой скоростью роста возбудителя, в том числе на питательных средах, используемых в бактериологических методах диагностики. С этой точки зрения представляет интерес контроль газовыделений бактериальных культур, поскольку продукты их газообмена могут быть зарегистрированы в существенно более короткие сроки, – например, с помощью аппаратуры оптико-акустического лазерного газоанализа [1].

В рамках этой задачи актуален поиск питательных сред, позволяющих активизировать газовыделения бактерий.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 09-02-99038 р\_офи), ФЦП г/к №02.740.11.0083, АБЦП Министерства образования и науки РФ (грант №2.1.1/3436).

В данной работе представлены результаты исследования влияния добавок  $NaCl$  в питательную среду на интенсивность газовыделения микобактерий. В качестве объекта исследования была выбрана *Mycobacterium smegmatis* в силу сходства метаболизма с *Mycobacterium tuberculosis* [2], но более высокой скорости роста.

Следует отметить, что газовыделения, являющиеся результатом жизнедеятельности биообъектов, имеют сложный многокомпонентный состав, что приводит к существенным затруднениям в интерпретации экспериментальных спектроскопических данных традиционными методами решения обратной спектроскопической задачи и, как следствие, неопределенности последующей оценки состояния биообъекта.

Альтернативой традиционным методам анализа спектров сложных многокомпонентных смесей могут служить методы интеллектуального анализа, в частности методы, основанные на интегральной оценке состояния объекта.

С формальной точки зрения оценка состояния биообъекта заключается в задании набора измеряемых показателей и диапазона их значений, соответствующих данному состоянию. При этом объект будет отображаться точкой в пространстве признаков, а различные его состояния будут представлены некоторыми областями  $S_i$  в этом пространстве. Таким образом, оценка состояния заключается в сопоставлении с объектом некоторого числа, позволяющего количественно оценить его близость к заданному референтному состоянию  $S_0$ .

При выборе меры близости требуется учитывать конфигурацию области, занимаемой референтным состоянием, расположение оцениваемого объекта относительно нее в пространстве признаков, а также взаимное расположение объектов, представляющих референтное состояние системы. С учетом этих условий, интегральный критерий оценки близости состояния объекта  $b_i$  к состоянию  $S_0$  можно задать следующим образом [3]:

$$I_{S_0}(b_i) = \frac{d(b_i, S_0)}{D_{S_0}},$$

где  $d(b_i, S_0)$  – некоторая мера близости объекта  $b_i$  к множеству  $S_0$ ;  $D_{S_0}$  – мера компактности области, занимаемой в пространстве признаков объектами, относящимися к состоянию  $S_0$ . Нормировка на величину  $D_{S_0}$  позволяет учесть вклад в получаемую оценку как конфигурации области  $S_0$ , так и взаимного расположения объектов в ней.

Посевы *Mycobacterium smegmatis* инкубировались в термостате при температуре  $37^0$  С. Выявление стимуляции (усиление) роста проводилось бактериологическими методами. На рис. 1 показан внешний вид колоний через 2 суток после посева.

Спектры поглощения газовыделений колоний бактерий были получены с помощью внутрирезонаторного лазерного оптико-акустического сенсора ИЛРА [1]. При проведении расчетов интегральные оценки рассчитывались для векторов состояния биосистемы, координатами которых являлись величины интенсивности поглощения на частотах генерации  $CO_2$ -лазера, входящего в состав газоанализа-

тора, в диапазонах 924-956 и 964-986  $\text{см}^{-1}$ . Результаты расчета представлены в таблице.

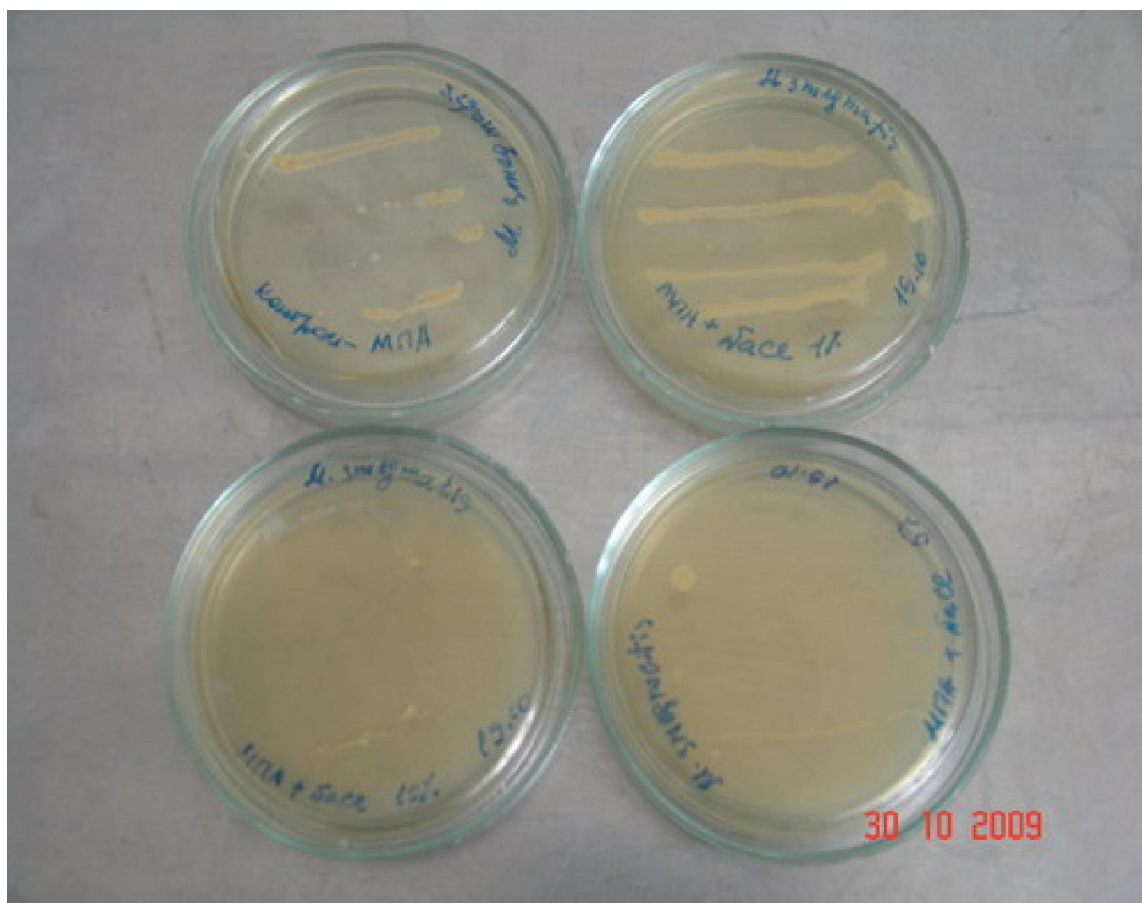


Рис. 1. Состояние колонии *Mycobacterium smegmatis* на питательных средах с добавлением *NaCl* различной концентрации через 2 суток после посева.

**Интегральная оценка интенсивности газовой выделений *Mycobacterium smegmatis* на питательных средах с добавлением *NaCl* различной концентрации ( $M \pm y_x$ ).**

Диапазон частот, $\text{см}^{-1}$	Питательная среда	2 сут.	4 сут.	6 сут.
924-956	Без добавок	$19,6 \pm 1,3$	$95,7 \pm 7,1$	$567,3 \pm 39,7$
	<i>NaCl</i> , 1%	$32,6 \pm 2,3$	$281,5 \pm 20,9$	$246,4 \pm 18,8$
	<i>NaCl</i> , 5%	$5,0 \pm 0,3$	$7,4 \pm 0,5$	$6,0 \pm 0,4$
	<i>NaCl</i> , 10%	$3,6 \pm 0,2$	$5,4 \pm 0,4$	$2,3 \pm 0,13$
964-986	Без добавок	$137,0 \pm 11,3$	$262,8 \pm 22,9$	$1355,6 \pm 121,7$
	<i>NaCl</i> , 1%	$259,4 \pm 22,0$	$680,8 \pm 64,0$	$572,3 \pm 51,0$
	<i>NaCl</i> , 5%	$15,2 \pm 1,2$	$28,2 \pm 2,6$	$9,4 \pm 0,8$
	<i>NaCl</i> , 10%	$9,2 \pm 0,8$	$10,3 \pm 0,9$	$4,6 \pm 0,3$

Представленные результаты интегральной оценки динамики спектра поглощения газовой выделений *Mycobacterium smegmatis* при добавлении в питательную среду *NaCl* показывают, что малые концентрации *NaCl* (порядка 1%) существенно стимулируют интенсивность газовой выделений микобактерий на ранней стадии роста колонии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Исследования эмиссии растениями углекислого газа, этилена, метана методами лазерного газоанализа* / Б.Г.Агеев и др. // Оптика атмосферы и океана. – 2007. – Т.20, №9. – С. 795–798.
2. *Ott J.L. Asparaginase from mycobacteria* // J. Bacteriol. – 1960. – Vol.80(3). – P.355–361.
3. *Фокин В.А. Технология интегральной оценки состояния биомедицинских систем* // Системы управления и информационные технологии. – 2008. – №1.1(31). – С. 191-194.

E-mail: [fokin@ssmu.ru](mailto:fokin@ssmu.ru).

УДК 616.24(470-1/22)

**В.Ф. Ушаков**, д-р мед. наук, **В.М. Еськов**, д-р физ.-мат. наук,  
**О.В. Шевченко**, канд. мед. наук, **В.А. Башкатов**, д-р мед. наук,  
**Л.И. Заваловская**, д-р мед. наук, **О.Н. Конрат**, канд. мед. наук, **Н.Н. Архипова**  
(Сургутский государственный университет)

### **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛИЦ С ФАКТОРАМИ РИСКА ПО ФОРМИРОВАНИЮ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ НА СЕВЕРЕ**

Результаты измерения параметров в 3-, 15-, 17-мерном пространстве аттракторов движения ВСОЧ у лиц группы «норма» и группы «предболезнь» по бронхиальной астме и артериальной гипертензии показали, что общий объем и общий показатель асимметрии в группе «предболезнь» значительно превышали таковые в контрольной группе.

**Ключевые слова:** норма, предболезнь, преастма, параметры 3-, 15-, 17-мерного аттрактора.

Этап «предболезни» – биологических дефектов «состояния с факторами риска» – у практически здоровых людей предшествует появлению симптомов бронхиальной астмы (БА) и выявляется путем приборной регистрации ухудшения проходимости бронхов провокационных проб с ингаляциями метахолина, ацетилхолина, холодного воздуха, применения физической нагрузки посредством выявления признаков аллергии, наследственной предрасположенности, наличия общего IgE в сыворотке крови и др. (Г.Б.Федосеев и др., 2006).

Критерии состояния предболезни по болезням органов дыхания, легочной гипертензии для условий высоких широт разработаны (В.Ф.Ушаков, В.А.Башкатов, 2006).

На этом фоне актуальными становятся изучение и разработка способов оценки эффективности лечения состояния «предболезни» в отношении формирования бронхиальной астмы (БА) с пульмогенной артериальной гипертензией (ПАГ) в рамках системного анализа динамики поведения аттракторов вектора состояния организма человека (ВСОЧ) на базе синергетики и теории неравновесных систем.