



**АПНИ**

**ЦЕННОСТЬ  
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО  
И ТЕХНИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ  
В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ  
ТЕХНОГЕННОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ**

ПО МАТЕРИАЛАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ Г. БЕЛГОРОД

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

**27 МАЯ 2020**

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
(АПНИ)

ЦЕННОСТЬ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО  
И ТЕХНИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ В УСЛОВИЯХ  
СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОГЕННОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Сборник научных трудов

по материалам  
Международной научно-практической конференции  
г. Белгород, 27 мая 2020 г.

Белгород  
2020

УДК 001  
ББК 72  
Ц 37

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте:  
**apni.ru**

#### **Редакционная коллегия**

*Духно Н.А.*, д.ю.н., проф. (Москва); *Васильев Ф.П.*, д.ю.н., доц., чл. Российской академии юридических наук (Москва); *Винаров А.Ю.*, д.т.н., проф. (Москва); *Датий А.В.*, д.м.н. (Москва); *Кондрашихин А.Б.*, д.э.н., к.т.н., проф. (Севастополь); *Котович Т.В.*, д-р искусствоведения, проф. (Витебск); *Креймер В.Д.*, д.м.н., академик РАЕ (Москва); *Кумехов К.К.*, д.э.н., проф. (Москва); *Радина О.И.*, д.э.н., проф., Почетный работник ВПО РФ, Заслуженный деятель науки и образования РФ (Шахты); *Тихомирова Е.И.*, д.п.н., проф., академик МААН, академик РАЕ, Почётный работник ВПО РФ (Самара); *Алиев З.Г.*, к.с.-х.н., с.н.с., доц. (Баку); *Стариков Н.В.*, к.с.н. (Белгород); *Таджибоев Ш.Г.*, к.филол.н., доц. (Худжанд); *Ткачев А.А.*, к.с.н. (Белгород); *Шановал Ж.А.*, к.с.н. (Белгород)

Ц 37      **Ценность естественно-научного и технического знания в условиях современной техногенной цивилизации** : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 27 мая 2020 г. / Под общ. ред. Е. П. Ткачевой. – Белгород : ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2020. – 64 с.

ISBN 978-5-6044506-5-9

В настоящий сборник включены статьи и краткие сообщения по материалам докладов международной научно-практической конференции «Ценность естественно-научного и технического знания в условиях современной техногенной цивилизации», состоявшейся 27 мая 2020 года в г. Белгороде. В работе конференции приняли участие научные и педагогические работники нескольких российских и зарубежных вузов, преподаватели, аспиранты, магистранты и студенты, специалисты-практики. Материалы сборника включают доклады, представленные участниками в рамках секций, посвященных вопросам естественных, технических наук.

Издание предназначено для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками, передовыми достижениями науки и технологий.

Статьи и сообщения прошли экспертную оценку членами редакционной коллегии. Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

УДК 001  
ББК 72

© ООО АПНИ, 2020  
© Коллектив авторов, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

### **СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ».....4**

*Леонов В.В., Самохина С.И.*

ПОСТРОЕНИЕ ФАЗОВОГО ПОРТРЕТА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ  
МОДЕЛИ ДЕФОРМАЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ СПЛАВОВ  
СО СВЕРХСТРУКТУРОЙ  $L1_2$ .....4

### **СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ» .....9**

*Осетров А.Ю., Зарапина И.В., Толмачев А.В.*

ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В ПРОИЗВОДСТВЕ  
ОРГАНИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ.....9

*Осетров А.Ю., Зарапина И.В., Толмачев А.В.*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ  
КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ  
В СТОЧНЫХ ВОДАХ..... 15

*Шестакова К.М., Маркин П.А., Тарасов В.В., Савчук С.А.*

ИЗУЧЕНИЕ МЕТАБОЛИЗМА НОВОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО  
КАННАБИМИМЕТИКА 5F-APINAC.....25

### **СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ» .....39**

*Югай О.О., Красуля О.Н.*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВАРЕНО-КОПЧЕНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ МЯСА  
ПТИЦЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....39

### **СЕКЦИЯ «МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ» .....44**

*Михалкина М.В., Михалкин К.П.*

К ЮБИЛЕЮ ВЫДАЮЩЕГОСЯ НЕЙРОМОРФОЛОГА ЕЛИЗАВЕТЫ  
ПИГАСИЕВНЫ КОНОНОВОЙ .....44

### **СЕКЦИЯ «НАУКИ О ЗЕМЛЕ» .....50**

*Наговицина В.Р., Козелкова Е.Н.*

ПРИМЕНЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ  
ЛОКАЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ И  
ВОДОПОТРЕБИТЕЛЕЙ.....50

*Перова С.В., Кротова Е.С., Морозова Е.А.*

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДЛИННОСТИ ЯНТАРЯ В ДОМАШНИХ  
УСЛОВИЯХ.....55

### **СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ».....60**

*Лапина В.Е., Личак Н.А.*

МЕТАЛЛ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ.....60

## СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»

### ПОСТРОЕНИЕ ФАЗОВОГО ПОРТРЕТА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕФОРМАЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ СПЛАВОВ СО СВЕРХСТРУКТУРОЙ $L1_2$

*Леонов Владимир Викторович*

Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Россия, г. Томск

*Самохина Светлана Ивановна*

Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Россия, г. Томск

В статье представлены вычислительные эксперименты, в результате которых построены фазовые портреты математической модели деформационного упрочнения сплавов со сверхструктурой  $L1_2$ .

*Ключевые слова:* фазовые пространства, фазовые портреты, математическая модель, вычислительные эксперименты, система обыкновенных дифференциальных уравнений.

Фазовый портрет является графическим изображением системы в многомерном пространстве (фазовой траектории), по координатным осям которого отложены значения величин переменных системы [1]. При использовании данного метода представления поведение переменных, зависящих от времени, для каждой начальной точки описывается фазовой траекторией. Совокупность таких фазовых траекторий для различных начальных условий и представляет собой фазовый портрет [2].

Благодаря построению фазового пространства становится возможно наглядно проследить за поведением системы в окрестности особой точки, а также удалении от нее.

Чтобы построить фазовый портрет необходимо провести вычислительный эксперимент. Работа ведется с математической моделью деформационного и термического упрочнения сплавов со сверхструктурой  $L1_2$  с учетом разрушения дальнего атомного порядка в случае работы сверхдислокационных источников [3], которая представляет собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений [4]:

$$\begin{aligned}
\frac{d\rho_{II}}{d\varepsilon} &= C_1 \frac{(\alpha_2 G b)^2 \rho}{\tau_{II}} + \frac{C_2 e^{-\frac{U_1}{kT}} + C_3 e^{-\frac{U_2}{kT}}}{G B \rho^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{\varepsilon} \min(r_a, [\theta \rho]^{-\frac{1}{2}}) \frac{a_1^3 D_0}{\chi k T b} \times \\
&\quad \times \left( \exp\left[\frac{-E_i}{kT}\right] * C_i + \exp\left[\frac{-E_v}{kT}\right] * C_v \right) \tau_{II} \rho^2 \theta^2, \\
\frac{dC_{III}}{d\varepsilon} &= \frac{\iota}{\kappa(\zeta)} \rho_j \xi B \frac{\tau_{II}}{G} - \frac{1}{\varepsilon} \frac{a_1^3 D_0}{\chi k T} \exp\left[\frac{-E_i}{kT}\right] C_i \tau_{II} \rho \theta - \frac{1}{\varepsilon} \mu_r D_0 \exp\left[\frac{-E_i}{kT}\right] C_i C_v, \\
\frac{dC_{vII}}{d\varepsilon} &= \frac{\iota}{\kappa(\zeta)} \rho_j \xi B \frac{\tau_{II}}{G} - \frac{1}{\varepsilon} \frac{a_1^3 D_0}{\chi k T} \exp\left[\frac{-E_v}{kT}\right] C_v \tau_{II} \rho \theta - \frac{1}{\varepsilon} \mu_r D_0 \exp\left[\frac{-E_i}{kT}\right] C_i C_v, \\
\frac{d\eta_*}{d\varepsilon} &= -\eta_* \frac{1}{\varepsilon} \mu_r D_0 \exp\left(\frac{-E_i}{kT}\right) C_i C_v, \\
\frac{d\eta_{II}}{d\varepsilon} &= \frac{-\frac{1}{2\eta} \eta_*^2 (1 - k_0^2) \delta}{1 - \eta_*^2 (1 - k_0^2) \delta \rho \frac{G b^2}{2\pi \zeta_0 \eta^4}} \\
&\quad \times \left\{ \frac{\iota}{d_0} \exp\left(\iota \frac{\varepsilon}{\omega}\right) + \frac{\delta' \iota}{2\Gamma b} \left[ 4b + \frac{G b^2}{\pi \zeta_0 \eta^2} \right] \rho^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{\varepsilon} \frac{a_1^3 D_0 \theta}{\chi k T b} \left( \exp\left[\frac{-E_i}{kT}\right] C_i + \exp\left[\frac{-E_v}{kT}\right] C_v \right) \tau_{II} \rho \right. \\
&\quad \left. + \frac{G b^2}{2\pi \zeta_0 \eta^2} \frac{d\rho_{II}}{d\varepsilon} \right\}, \\
\tau_{II} &= \tau_f^0 + \gamma_1 \tau_0^{(1)} \exp\left[\frac{-U_1}{kT}\right] + \gamma_2 \tau_0^{(2)} \exp\left[\frac{-U_2}{kT}\right] + \alpha_2 G b \rho^{1/2}
\end{aligned}$$

Вычислительный эксперимент заключается в вычислении системы при заданных параметрах и начальных значениях.

Для проведения данного эксперимента выбран набор параметров, соответствующий деформационному сплаву Ni<sub>3</sub>Ge при комнатной температуре и задан в системе Mathcad [5]:

$$\begin{aligned}
G &= 8 \times 10^{10}, k_0 = 0.5, U_1 = 0.0094, \varepsilon_2 = 10^{-2}, T = 375, C_1 = 6 \times 10^4, U_2 = 0.72, b \\
&= 2.5 \times 10^{-10}, \delta = 1.25, \alpha_2 = 2, C_{12} = 5 \times 10^{16}, \Gamma_2 = 1, \tau_{10} = 300, a_1 \\
&= 2.5 \times 10^{-10}, \xi = 1, \zeta_0 = 0.2, C_2 = C_{12} - T \times \frac{C_{12}}{1000}, \\
\kappa &= 30, k = 1, \tau_{20} = 1700, D_0 = 7.7 \times 10^{-5}, \delta_2 = 0.6, r_a = 0.4, p_j = 0.5, \gamma_1 \\
&= 0.5, C_{13} = 3 \times 10^{22}, \chi = 0.48, E_i = 0.15, \\
\zeta &= 0.5, \gamma_2 = 0.5, \alpha_0 = 1.8, C_3 = T \times \frac{C_{13}}{1000}, E_v = 1.27, B = 340, \omega = 3, \beta \\
&= 1.9 \times 10^{-3}, d_0 = 100, E_{i0} = 1.6, \mu_r = 10^{19}, \\
\alpha_1 &= 0.7 \times \alpha_2, \tau_{f0} = 50, E_{v0} = 4.8, v_D = 10^{13}, \theta = 0.5, V_0 = 0.678, v = \frac{1}{3}.
\end{aligned}$$

Данная модель в качестве независимой переменной использует деформацию  $\varepsilon$ . Зависимыми переменными являются  $\rho$  (плотность дислокации),

$C_v$  (количество вакансий),  $\eta^*$  (параметр дальнего порядка внутри антифазного домена),  $\eta$  (параметр дальнего порядка – упорядоченность во взаимном расположении атомов или молекул в веществе),  $\eta_0$  (сумма  $\eta^*$  и  $\eta$ ). Переменные модели были переобозначены следующим образом:  $\rho \rightarrow x_0$ ,  $C_v \rightarrow x_1$ ,  $\eta^* \rightarrow x_2$ ,  $\eta \rightarrow x_3$  и заданы в виде начальных значений, т.к. задача Коши считается поставленной, когда имеется система и начальные значения, кроме того, для построения фазового портрета необходимо построить набор кривых, поэтому были проварьированы значения  $\rho$ .

По результатам данного эксперимента построены зависимости параметров (рисунок 1) математической модели.

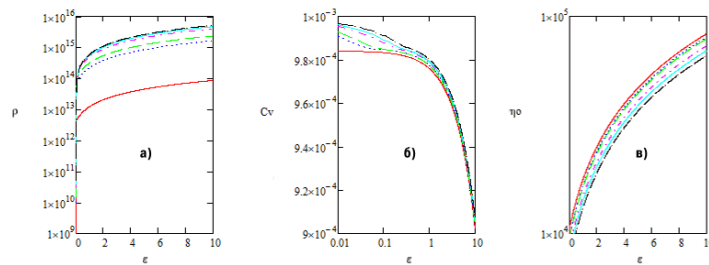


Рис. 1. Зависимости: плотность дислокации от деформации (а), количество вакансий от деформации (б), сумма параметров дальнего порядка от деформации (в)

На рисунке 1 (а) видно, что увеличивается плотность дислокации, а на рисунке 1 (в) сумма параметра дальнего порядка. Рисунок 1 (б) показывает, что количество вакансий уменьшается.

В работе построены двухмерные фазовые портреты (рисунок 2).

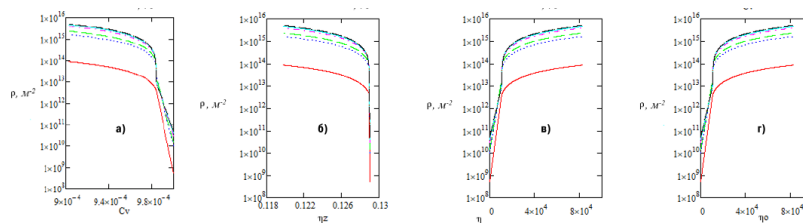


Рис. 2. Двухмерные фазовые портреты

Графики имеют следующие зависимости: плотность дислокации от количества вакансий (рисунок 2 (а)), плотность дислокации от параметра даль-

него порядка внутри антифазного домена (рисунок 2 (б)), плотность дислокации от параметра дальнего порядка (рисунок 2 (в)), плотность дислокации от суммы параметров дальнего порядка (рисунок 2 (г)).

Можно заметить, что особая точка неустойчивая, потому что прямые не стремятся друг к другу, а наоборот отдаляются от точки.

Помимо двухмерных графиков представления фазового портрета был построен трехмерный график с помощью инженерно-математического программного обеспечения OriginPro [6] на основании переменных математической модели:  $\rho$  (плотность дислокации),  $C_v$  (количество вакансий),  $\eta_0$  (сумма параметров дальнего порядка) (рисунок 3).

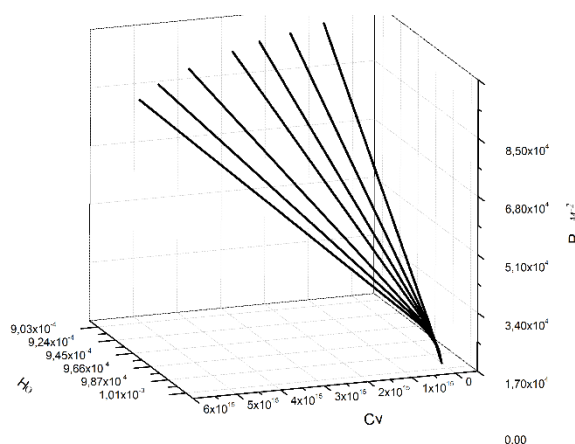


Рис. 3. Трехмерный фазовый портрет

На рисунке 3 приведен трехмерный фазовый портрет зависимостей плотности дислокации  $\rho$ , суммы параметров дальнего порядка  $\eta_0$  и количества вакансий  $C_v$  при различных начальных условиях.

Таким образом, кривые имеют параболический вид и траектория их движения похожа на часть фазового портрета для особой точки типа неустойчивого узла [7, 8].

#### Список литературы

1. Панин В.Е., Гриняев Ю.В., Елсукова Т.Ф., Иванчин А.Г. Структурные уровни деформации твердых тел// Изв. Вузов. Физика. 1982. №6. С. 5-27.
2. Комарь Е.В., Колупаева С.Н., Ковалевская Т.А. Качественный анализ эволюции дислокационной подсистемы дисперсно-упрочненных материалов при интенсивных воздействиях. Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2008. Т. 5. № 2. С. 60-65.



3. Некрасова К.О., Самохина С.И. Анализ модели динамики призматического скольжения в ГЦК-металлах // Инноватика-2017 : сб. материалов XIII Междунар. шк.-конф. студентов, аспирантов и мол. ученых, 20- 22 апр. 2017 г., г. Томск. Томск: STT, 2017. С. 369-372.

4. Леонов В.В. Исследование на жесткость системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ), соответствующей математической модели деформационного упрочнения сплавов со сверхструктурой  $L1_2$ . / В.В. Леонов, С.И. Самохина // Инноватика-2020: сб. материалов XVI Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (23-25 апреля 2020 г.) /под ред.: А.Н. Солдатов, С.Л. Миньков (принято к печати).

5. Функции Mathcad [Электронный ресурс] // РТС Mathcad – Электрон. дан. – [Б. м.], 2020. – URL: <https://www.mathcad.com/ru/capabilities> (дата обращения: 1.05.2020).

6. Introduction OriginPro [Электронный ресурс] // OriginLab Corporation – Электрон. дан. – [Б. м.], 2020. – URL: <https://www.originlab.com/index.aspx?go=Products/Origin> (дата обращения: 1.05.2020).

7. Петелин А.Е., Самохина С.И., Колупаева С.Н. Учет упругого взаимодействия дислокаций в математической модели формирования зоны кристаллографического сдвига в ГЦК-металлах // Известия вузов. Физика. 2013. Т. 56, № 8. С. 95-100.

8. Колупаева С.Н., Петелин А.Е., Самохина С.И. Эволюция формы дислокационной петли при формировании зоны кристаллографического сдвига в меди // Вестник ТГАСУ. 2011. № 1. С. 156-163.

## СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ»

### ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В ПРОИЗВОДСТВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ

***Осетров Александр Юрьевич***

доцент кафедры «Химия и химические технологии», канд. хим. наук,  
Тамбовский государственный технический университет,  
Россия, г. Тамбов

***Зарапина Ирина Вячеславовна***

доцент кафедры «Химия и химические технологии», канд. хим. наук,  
Тамбовский государственный технический университет,  
Россия, г. Тамбов

***Толмачев Андрей Владимирович***

старший менеджер, ПАО «ПИГМЕНТ», Россия, г. Тамбов

В статье приведены результаты эффективности очистки сточных вод производства органических пигментов мембранной установкой «Энерго-15» на примере пигмента желтого.

*Ключевые слова:* органические пигменты, качественные характеристики воды, активность мембранных элементов, обратноосмотическая мембранная установка.

Существующая технология производства азопигментов основана на использовании артезианской воды. Кроме того источниками воды на технологические нужды могут служить: конденсат паровой и деминерализованная вода. Качественные показатели вод, использованных для технических нужд производства, представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Качественные показатели вод**

№	Показатели	Источники воды для технологии		
		Арт. вода	Конденсат	После мембранной очистки
1	2	3	4	5
1	Удельная электропроводность при температуре (25±1 <sup>0</sup> C), мкСи/см	700 – 900	55,0 – 161,0	69,2 – 157,2
2	Общая жесткость, мг-экв/л (°Ж)	7,2 – 7,6	0,38 – 1,0	0,17 – 0,99
3	Содержание свободной углекислоты CO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	8,2 – 15,0	отсутствие	1,0 – 9,9

1	2	3	4	5
4	Показатель активности водородных ионов при 25°C, pH	7,25-7,60	9,2 – 10,2	6,6 – 7,4
5	Массовая концентрация кальция (Ca), мг/дм <sup>3</sup>	65,0 – 80,0	4,6 – 9,0	2,90 – 11,2
6	Массовая концентрация железа (Fe), мг/дм <sup>3</sup>	0,1 – 0,42	0,075 – 0,15	0,015 – 0,06
7	Массовая концентрация хлоридов (Cl), мг/дм <sup>3</sup>	42,1 – 56,0	1,2 – 14,2	3,56 – 21,3
8	Цвет	бесцветная	бесцветная	бесцветная

Анализ представленных данных показал, что:

1. Селективность мембранных элементов ниже паспортной 99% и составляет 85%, основной причиной снижения их эффективности служат частые промывки химреагентами и возможный пробой в корпусе мембранного элемента.

2. Конденсат наиболее предпочтителен как основной растворитель на стадиях отмывки от солей (дистиллированная «эталонная вода» оказывающая минимальные воздействия как на ход процесса синтеза, так и на качественные показатели готового продукта), но его количество недостаточно для полного обеспечения технологического процесса производства органических пигментов;

3. Качество воды артезианской приемлемо, однако жесткость и доля железа в воде выше предельных значений как для эксплуатации обратноосмотических мембранных установок (соли жесткости и железо (предельное значение 0,1 мг-экв/л)) так и качественных показателей готовой продукции (соли жесткости).

Количество воды на 1 операцию составляет в среднем (крупно тоннажные пигменты желтый светопрозрачный м. А (синтез + растворение сырья + 20% запас). Для удаления водорастворимых примесей на стадии «очистная фильтрация» необходимо в среднем: 15,0 м<sup>3</sup>/оп.

Следовательно, для производства азопигментов необходимо 200 м<sup>3</sup> на смену.

Для обеспечения качественной водой стадии «удаления водорастворимых примесей» необходимо 60 м<sup>3</sup> воды.

Для производства азокрасителей высокого качества, предлагается, очистка их с использованием специализированного оборудования и технологических комплексов для очистки вод с возвратом обратно в технологический цикл.

Образующиеся стоки делятся на два типа: грязные (фильтрат с производства азокрасителей) и условно чистые (промывная вода со стадии удаления водорастворимых примесей).

Учитывая современные технологии и технические решения в области очистки технологических сточных вод, количество технологических потерь при очистке составит до 20% промывной воды.

В результате очистки стоков в производстве азокрасителей чистой воды составит 20,4% от сменной потребности воды.

Для очистки, отработанной в технологическом цикле промывки осадка воды, использовалась мембранная Энерго-15.

ЭНЕРГО – установка очистки воды методом обратного осмоса и нано-фильтрации, предназначена для обессоливания и опреснения воды, позволяют значительно сократить расход реагентов и электроэнергии для получения воды заданного качества (рис. 1).



Рис. 1. Мембранная установка «Энерго-15»

### *Описание установки*

Установки очистки воды выполнена по единой технологической схеме из унифицированных блоков:

- блок микрофльтрации для предварительной очистки мембран;
- блок обратного осмоса;
- блоки дозирования;
- систему промывки и химической очистки мембран;
- блок КИПиА.

Технологическая схема очистки сточных вод со стадии отмывки осадка производства органических пигментов с целью их повторного использования представлены на рис. 2.

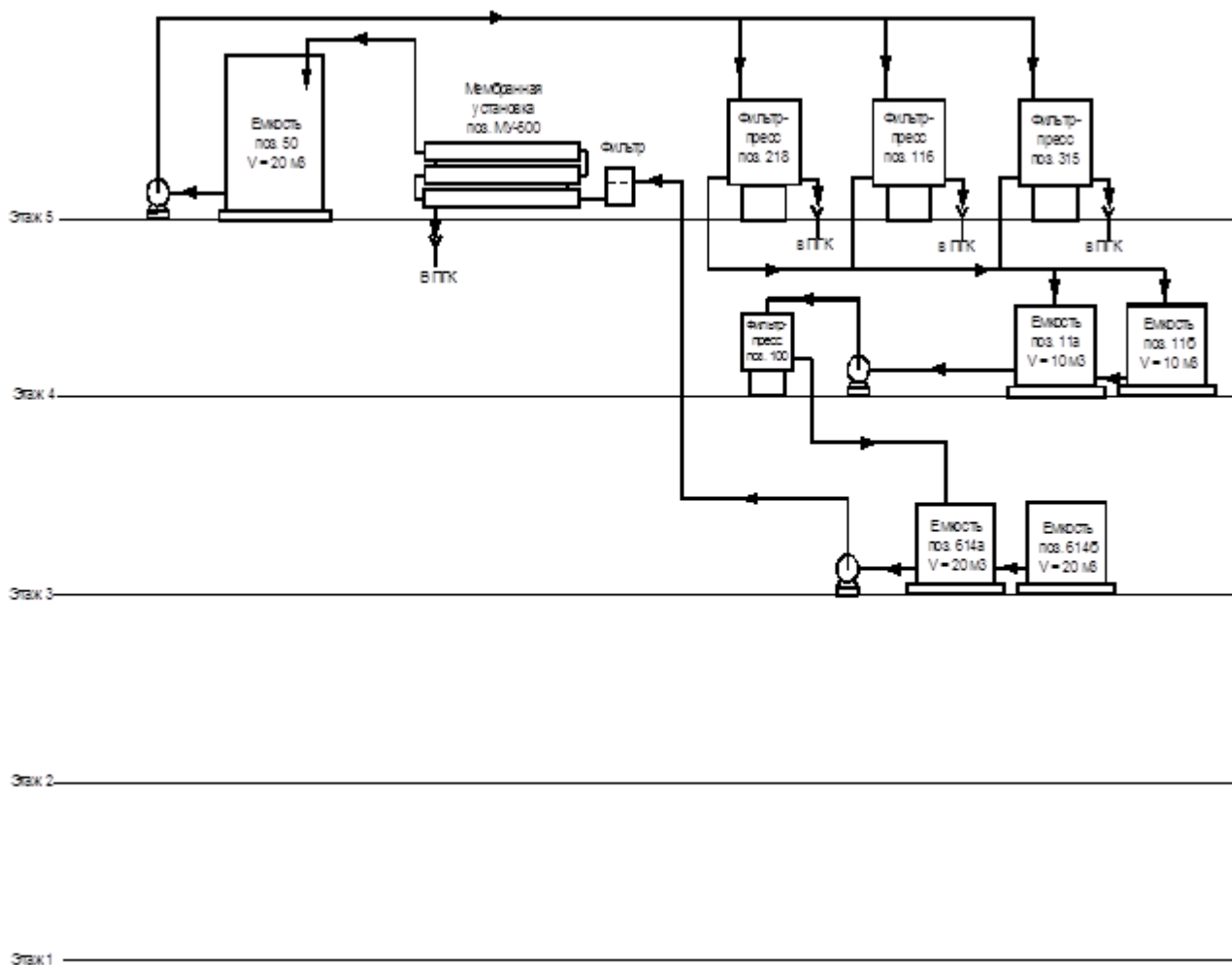


Рис. 2. Технологическая схема очистки сточных вод производства органических пигментов

Результаты очистки сточных вод со стадии отмывки осадка пигмента при использовании мембранной установки представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

**Показатели электропроводности и содержания железа в воде**

Контролируемый параметр	До мембранной установки	Мембранный корпус №1	Мембранный корпус №2	Мембранный корпус №3
Электропроводность, мкСм/см <sup>2</sup>	1600	268,0	93,7	83,0
Железообщ, мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0,04	0,01	0,01

Таблица 3

**Результаты эффективности очистки воды на каждой стадии**

Контролируемый параметр	Сборник промвод	Перед мембраной	Начало куба	Конец куба	Артезианская вода
1	2	3	4	5	6
pH	2,8	6,3	5,9	5,7	7,3
Хлорид-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	1054,35	632,6	63,26	49,2	49,2
Магний, мг/дм <sup>3</sup>	36,48	36,48	6,08	12,16	36,4

1	2	3	4	5	6
Кальций, мг/дм <sup>3</sup>	30,06	30,06	Отс.	Отс.	80,16
Сульфат-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	74	77,5	2,5	2,0	107,0
Железообщ, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,3	0,0	0,0	0,2
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	395,6	257,6	9,2	9,2	28,8
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	32	18	Отс.	Отс.	Отс.
Нитрит-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,03	0,08	0,06	0,03
Аммоний-ион, мг/дм <sup>3</sup>	2,1	0,8	Отс.	Отс.	1,1
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,732	0,670	0,297	0,477	Отс.
Фенол, мг/дм <sup>3</sup>	0,566	0,458	Отс.	Отс.	Отс.
Сухой остаток, г/дм <sup>3</sup>	1,514	0,772	0,064	0,060	0,614
Анилин, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,4	0,07	0,07	Отс.
Цветность, Оцветности	39,98	50,69	6,4	0,0	19,4
Гидрокарбонат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	Отс.	61	30,5	30,5	366,0
Жесткость, мг/дм <sup>3</sup>	4,5	4,5	0,5	1,0	7,0
Прозрачность, см	Б 25	Б 25	Б 25	Б 25	Б 25
Запах	легкий	Отс.	Отс.	Отс.	Отс.
Электропроводность, мкСм/см <sup>2</sup>	2539	1549	135	127	730

Вывод. На основании анализа данных, полученных по показателям, можно заключить, что полученная вода может использоваться на стадии промывки пасты пигментов и гарантировать его высокое качество.

#### Список литературы

1. [http://www.hydrotech.ru/index.php?option=com\\_rgshopdirectory&page=products&task=view&cat\\_id=37&Itemid=43](http://www.hydrotech.ru/index.php?option=com_rgshopdirectory&page=products&task=view&cat_id=37&Itemid=43) (дата обращения 06.05.2020)
2. <http://ecostream.su/kompleksnye-sistemy-vodopodgotovki/vm-energo> (дата обращения 12.05.2020)
3. <https://rosvoda.com/storage/docs/products/6164/WiseWater%20ROS.pdf> (дата обращения 12.05.2020)
4. <https://cyberleninka.ru/article/n/ochistka-promyshlennyh-rastvorov-biohimicheskikh-proizvodstv-s-primeneniem-obratnogo-osmosa> (дата обращения 15.05.2020)
5. <https://www.dissercat.com/content/nauchnye-osnovy-elektrokhimicheskikh-i-baromembrannykh-metodov-ochistki-vydeleniya-i-poluche> (дата обращения 18.05.2020)

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В СТОЧНЫХ ВОДАХ

***Осетров Александр Юрьевич***

доцент кафедры «Химия и химические технологии», канд. хим. наук,  
Тамбовский государственный технический университет,  
Россия, г. Тамбов

***Зарапина Ирина Вячеславовна***

доцент кафедры «Химия и химические технологии», канд. хим. наук,  
Тамбовский государственный технический университет,  
Россия, г. Тамбов

***Толмачев Андрей Владимирович***

старший менеджер, ПАО «ПИГМЕНТ», Россия, г. Тамбов

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по определению каталитической деструкции органических соединений в бытовых сточных водах.

*Ключевые слова:* сточные воды, органические и неорганические примеси, химическое потребление кислорода (ХПК), биологическое потребление кислорода (БПК).

Характер загрязнений от промышленных предприятий определяется профилем предприятия. Для машиностроительных заводов – это тяжелые металлы, автотранспортные предприятия сбрасывают сточные воды, загрязненные нефтепродуктами, сточные воды пищевых предприятий показывают устойчивое превышение ПДК по БПК и жирам.

Сточные воды представляют собой сложные гетерогенные системы, в состав которых входят неорганические, органические и биологические вещества.

К неорганическим загрязнениям относятся частицы грунта, неорганические соли, кислоты, щёлочи; к органическим – нефтепродукты, жиры, синтетические моющие средства, углеводы, аминокислоты; к биологическим – грибки, бактерии, дрожжи, в том числе болезнетворные.

Органические загрязнения в стоках, в зависимости от размера составляющих их частиц, могут находиться в коллоидном (0.001-1.0 мкм), растворенном (менее 0.001 мкм) и нерастворенном (более 1.0 мкм) состояниях.



Методы, применяемые для очистки производственных и бытовых сточных вод, можно разделить на четыре группы: механические, химические, физико-химические, биологические. В комплекс очистных сооружений, как правило, входят сооружения механической очистки. В зависимости от требуемой степени очистки они могут дополняться сооружениями биологической либо физико-химической очистки, а при более высоких требованиях в состав очистных сооружений включаются сооружения глубокой очистки. Перед сбросом в водоем очищенные сточные воды обеззараживаются, а образующийся на всех стадиях очистки осадок или избыточная биомасса поступает на сооружения по обработке осадка.

Химический метод заключается в том, что в сточные воды добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Химической очисткой достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%.

При физико-химическом методе обработки из сточных вод удаляются тонкодисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества, чаще всего из физико-химических методов применяется коагуляция, окисление, сорбция, экстракция и т.д.

Среди методов очистки сточных вод большую роль играет биологический метод, основанный на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоемов. Есть несколько типов биологических устройств по очистке сточных вод: биофильтры, биологические пруды и аэротенки.

Процесс биологической очистки загрязняющих веществ в аэротенках происходит при непосредственном контакте сточных вод с оптимальным количеством организмов активного ила в присутствии соответствующего количества растворенного кислорода (в течение необходимого периода времени) с последующим отделением активного ила от очищенной воды во вторичных отстойниках. Активный ил – искусственно выращиваемый биоценоз при аэра-

ции антропогенно загрязненных вод, населенный гелепродуцирующими бактериями гетеротрофами, хемотрофами, простейшими и многоклеточными животными, которые трансформируют загрязняющие вещества и очищают сточные воды в результате биосорбции, биохимического окисления, выедания бактерий и простейших.

Предлагается наряду с известными методами утилизации органических отходов использовать метод каталитической деструкции с использованием в качестве катализатора смесь металлов в наноструктурированной форме при введении их на стадии первичного остывания.

Оценка эффективности каталитической деструкции органических соединений оценивалось экспериментально следующим образом:

- 1) Исследовалось влияние наноматериалов на процесс деструкции органических соединений;
- 2) Определялось кинетические характеристики процесса каталитической деструкции органических соединений;
- 3) На основе полученных результатов, разрабатывались рекомендации по внедрению наноструктурированных катализаторов для промышленной реализации.

Экспериментальная установка для оценки влияния катализаторов в наноструктурированной форме на процесс деструкции органических соединений в сточной воде (рис. 1).

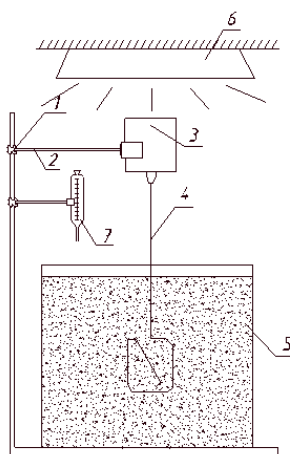


Рис. 1. Экспериментальная установка

Экспериментальная установка состоит из: 1 – штатив; 2 – держатель; 3 – привод; 4 – мешалка; 5 – емкость с водой; 6 – источник света; 7 – дозатор для наноматериалов

Сточная вода заливалась в емкость объемом 4 литра. Здесь она перемешивалась с помощью рамной мешалки, частота оборотов которой составляет 50 об/мин. Благодаря перемешиванию, взвешенные вещества не оседают на дно. Суспензия наноматериалов (металлы Fe, Cu, Ni) в определенном количестве подавалась в емкость, которая готовилась следующим образом: навеску наноматериала массой 0,005 г вводилось в 10 мл дистиллированной воды и выстаивалась в присутствии очищенного речного песка массой 1 г в течении 20-40 минут. Длительность эксперимента составляло 5 часов при искусственном освещении.

Чтобы оценить вид загрязнения (минеральное или органическое), определяются потери при прокаливании из высушенной фазы твердых веществ. При температуре 500-600 °С выгорают и улетучиваются углерод, водород, азот, сера и другие органические вещества и некоторые неорганические примеси. Эти примеси выражают абсолютное количество улетучившихся веществ. Если потери при прокаливании большие (более 50%) от содержания взвешенных веществ, то значит, загрязнений в городских сточных водах представлены в основном – в органической форме, если они 30% и менее, то, в основном – в минеральной. Особенно важно оценивать потери при прокаливании при контроле качества слабо очищаемых сточных вод, поскольку, если загрязнения в таких водах в основном будет представлено в минеральном виде, то питание для активного ила будет недостаточным.

Зольность – отношение массы остатка после прокаливании к массе первоначально взятого твердого образца, выраженное в процентах. Сравнение содержания взвешенных веществ в очищаемой воде химического потребления кислорода (ХПК) позволяет судить о том, в каком виде представлено основное загрязнение (растворенном, нерастворенном).

Общее содержание примесей в воде характеризуется сухим остатком, т.е. суммой всех примесей воды, определяемой выпариванием, высушиванием

и взвешиванием. Сухой остаток – это количество в натуральной пробе с удаленными газами, летучими компонентами и веществами, разлагающимися с образованием легколетучих компонентов.

Грубую оценку сухого остатка можно получить, если суммировать взвешенные и растворенные вещества в пробе сточных вод. Сухой остаток – это очень важный, сильно изменяющийся, контрольный показатель работы всех звеньев биологической очистки, назначением которых утилизировать взвешенные и коллоидные вещества.

Идеальный метод определения уровня содержания органических веществ в воде тот, при котором все они окисляются почти на 100%. Только метод ХПК дает представление о присутствии в пробе практически всех органических загрязняющих веществ и минеральных примесей воды, которые могут быть окислены сильным химическим окислителем.

Биологическое потребление кислорода (БПК) является мерой содержания только тех органических веществ, которые могут служить субстратом для микроорганизмов. Присутствие в пробе веществ, не подвергшихся биохимическому распаду, не отражаются на определяемой величине БПК, при лабораторном определении БПК бактерии. Окисляющие субстрат как источник питания, часть органики расходуют на посторонние своего тела, часть – на энергетические нужды. Продукты окисления –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и метаболиты.

Наиболее употребляемый метод определения БПК – метод разбавления. Исследуемая проба разбавляется так, чтобы хватило растворенного кислорода на дыхание и метаболизм бактерий, для чего разбавляющая вода насыщается кислородом.

В табл. 1-6 и рис. 2-7 представлены результаты каталитической деструкции органических соединений без катализатора и с его использованием.

Таблица 1

**Содержание органических веществ в воде во времени по традиционной технологии**

Время	Масса органических веществ в воде, гр		
	Общее кол-во органических веществ	Растворенная в воде	Нерастворенная в воде
1	2	3	4
0	0,03	0,027	0,003
1	0,0301	0,0271	0,003
2	0,03	0,0269	0,0031
3	0,03	0,027	0,003
4	0,0298	0,027	0,0028

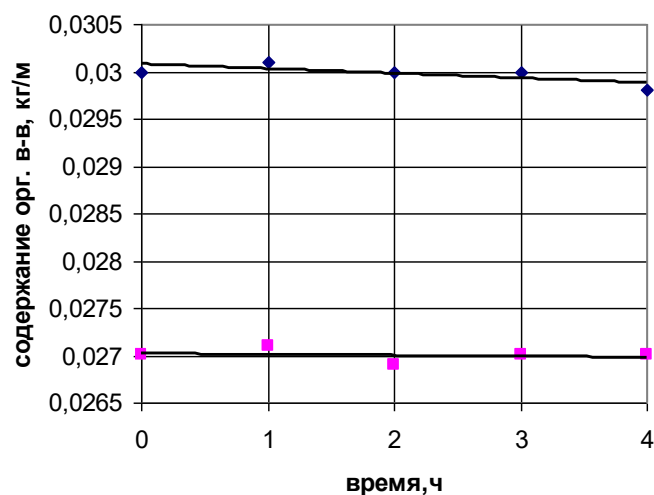


Рис. 2. Содержание органических веществ в воде во времени по традиционной технологии

Таблица 2

**Содержание органических веществ в воде во времени при введении нанокатализатора №1**

Время	Масса органических веществ в воде, гр		
	Общее кол-во органических веществ	Растворенная в воде	Нерастворенная в воде
0	0,031	0,019	0,012
1	0,027	0,018	0,009
2	0,024	0,016	0,008
3	0,02	0,012	0,008
4	0,018	0,008	0,001

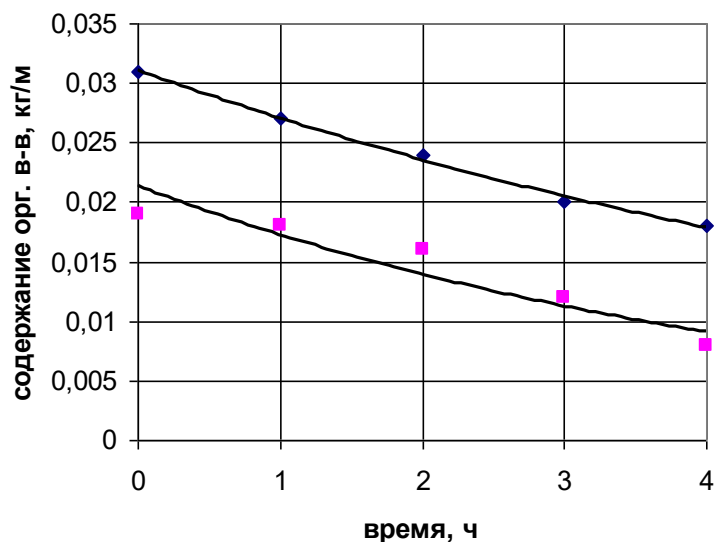


Рис. 3. Содержание органических веществ в воде во времени с использованием нанокатализатора №1

Таблица 3

**Содержание органических веществ в воде во времени при введении нанокатализатора №2**

Время	Масса органических веществ в воде, гр		
	Общее кол-во органических веществ	Растворенная в воде	Нерастворенная в воде
0	0,031	0,023	0,008
1	0,0305	0,223	0,0082
2	0,026	0,0166	0,0094
3	0,0265	0,0157	0,0108
4	0,024	0,014	0,01

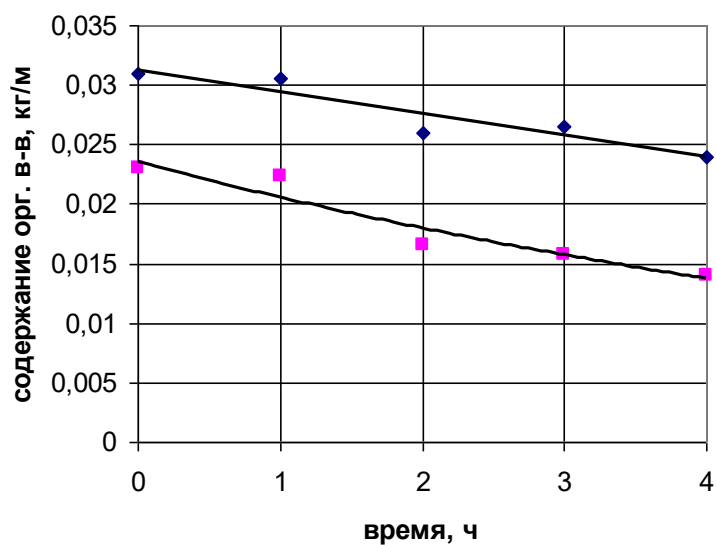


Рис. 4. Содержание органических веществ в воде во времени с использованием нанокатализатора №2

**Содержание органических веществ в воде во времени  
при введении нанокатализатора №3**

Время	Масса органических веществ в воде, гр		
	Общее кол-во органических веществ	Растворенная в воде	Нерастворенная в воде
0	0,031	0,023	0,008
1	0,027	0,019	0,008
2	0,0234	0,0166	0,0068
3	0,0216	0,0147	0,0069
4	0,021	0,014	0,007

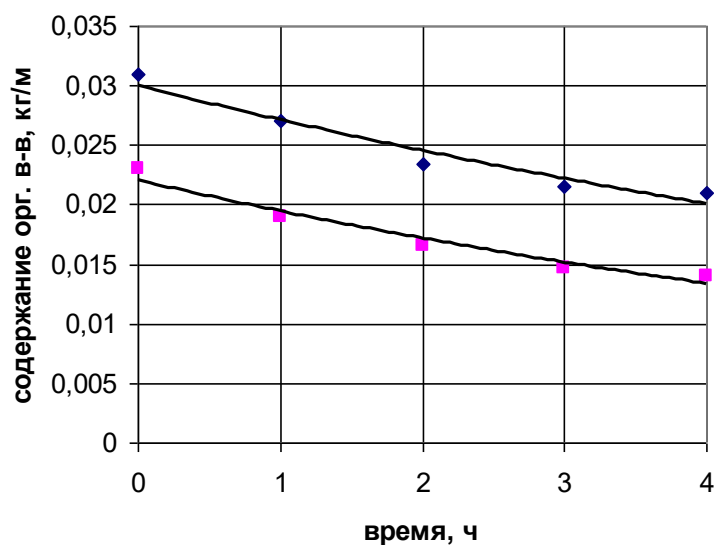


Рис. 5. Содержание органических веществ в воде во времени с использованием нанокатализатора №3

**Показатели ХПК по традиционной технологии и  
при использовании нанокатализаторов**

№ опыта	ХПК	
	Нефильтрованная вода	Фильтрованная вода
1	422,4	378,3
2	198	165
3	315,4	244
4	287	224

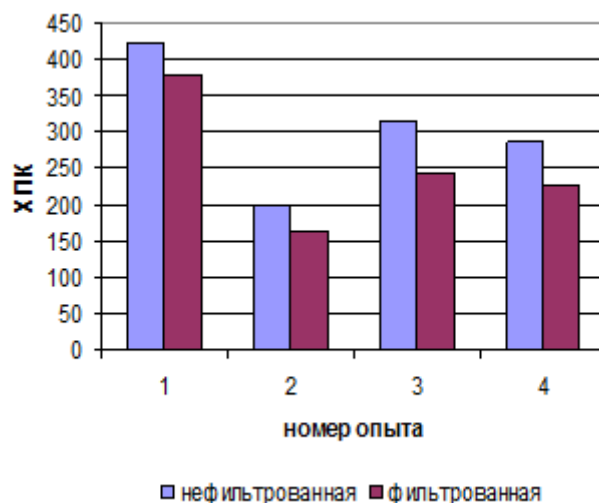


Рис. 6. Величина ХПК после стадии отстаивания: 1 – традиционная технология; 2 – с использованием н.к. №1; 3 – с использованием н.к. №2; 4 – с использованием н.к. №3

Таблица 6

**Показатели БПК по традиционной технологии и при использовании нанокатализаторов**

№ опыта	БПК	
	Нефильтрованная вода	Фильтрованная вода
1	207,4	205,1
2	69	44
3	112	84
4	97	77

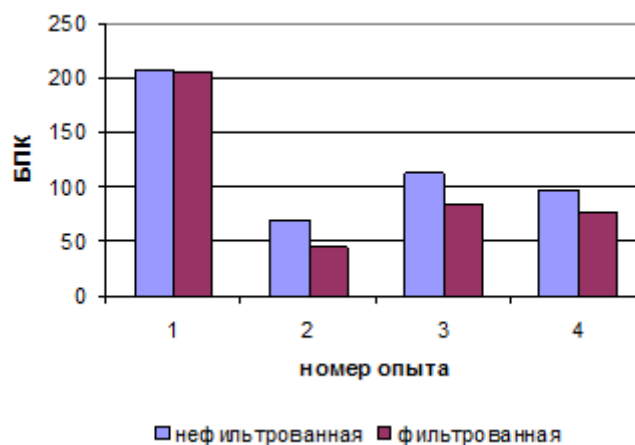


Рис. 7. Величина БПК после стадии отстаивания: 1 – традиционная технология; 2 – с использованием н.к. №1; 3 – с использованием н.к. №2; 4 – с использованием н.к. №3

**Выводы**

- 1) Исследовано влияние наноматериалов на процесс деструкции органических соединений;



2) Показано, что применение нанокатализатора №1 является наиболее эффективным. Снижается количество ХПК (с 422,4 до 81,4); БПК (с 207,4 до 4,8); а также общее содержание органических веществ (с 0,031 до 0,018).

#### **Список литературы**

1. Проектирование очистных сооружений городской канализации. Биологическая очистка. Аэротенки. Часть 1. Методические указания Горький: ГИСИ им. Чкалова, 1987.
2. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – Москва: Луч, 1997г. – 165с.
3. Патент RU (11) 2170710 (13) С 1. Способ биологической очистки бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод от органических соединений и взвешенных веществ.
4. Патент RU (11) 2356855 (13) С 1. Способ биологической очистки сточных вод и устройство для его осуществления.
5. Леонтьева А.И., Орехов В.С., Дервякина С.В. Инновационная технология очистки городских сточных вод с использованием композиций ультрадисперсных катализаторов. – Москва: Стройиздат, 2009.

# ИЗУЧЕНИЕ МЕТАБОЛИЗМА НОВОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО КАННАБИМИМЕТИКА 5F-APINAC

*Шестакова Ксения Михайловна, Маркин Павел Александрович,  
Тарасов Вадим Владимирович, Савчук Сергей Александрович*

Первый Московский государственный медицинский университет  
имени И.М. Сеченова (Сеченовский университет),  
Россия, г. Москва

За счет мощного психоактивного действия, вызываемого новыми синтетическими каннабимиметиками (СК), их распространение на черном рынке наркотических средств возрастает с каждым годом. Описание метаболитов, напрямую связанных с СК является необходимым этапом в разработке методов их определения в биологических жидкостях. Целью данного исследования являлось изучение метаболизма нового СК 5F-APINAC на моделях микросом печени человека (МПЧ) (ин-витро исследования) и моделях крыс (in-vivo исследования). В результате проведенного эксперимента, были определены 15 метаболитов СК 5F-APINAC, представлявшие собой продукты гидролиза эфирной связи, моно-, ди- и тригидроксилирование адамантильного кольца и N-фторпентилиндазольного остатка, окислительное дефторирование, глюкуронидирование, а также комбинации представленных модификаций. Изученные метаболиты могут быть включены в библиотеки для рутинного скринингового метода, как маркеры употребления 5F-APINAC в моче.

*Ключевые слова:* новые психоактивные препараты, синтетические каннабимиметики, метаболизм, 5F-APINAC, ЖХ-МС.

## 1. Введение

На черном рынке запрещенных препаратов новые психоактивные вещества (НПВ) или «дизайнерские наркотики» захватывают все большую популярность. Они представляют собой химические производные или аналоги классических запрещенных препаратов, разработанные для оказания схожего или более мощного эффекта уже известных наркотических средств [1, с. 145]. Даже небольшие модификации в химических структурах этих соединений приводят к появлению различий в биологической активности и фармакокинетических свойствах, а также представляют собой особую проблему для их идентификации в химико-токсикологических лабораториях [2, с. 1186]. Кроме того, психоактивные эффекты фторированных аналогов синтетических каннабиноидов как правило оказывают более сильное воздействие на активность CB1 рецептора, в сравнении с их нефторированными аналогами (в 2-5 раз) [3, с. 445].

Таким образом, появляется необходимость в разработке высокочувствительных и точных аналитических методик, направленных на качественное и количественное определение метаболитов СК [4, с. 11]. СК изначально разрабатывались для исследовательских целей (в том числе для изучения свойств каннабиноидных рецепторов), однако в скором времени стали применяться в увеселительных целях в качестве более мощной альтернативы каннабиса. Для достижения психоактивных эффектов, СК обычно распыляются на высушенные растительные материалы и распространяются как легальная альтернатива марихуаны [7, с. 1109]. СК способны связываться с CB1 и CB2 рецепторами, тем самым вызывая каннабисоподобные эффекты (паранойя, седация, беспокорство, эйфория и нарушение чувство времени) [9, с. 1064; 10, с. 164]. Стоит отметить, что клинические проявления при отравлениях СК частично аналогичны проявлениям, вызываемыми при злоупотреблении амфетаминами [11, с. 534; 12, с. 1167]. Типичные симптомы, проявляющиеся при потреблении СК, включают в себя рвоту, галлюцинации, тахикардию, возбуждение, гипертонию и сонливость [9, с. 1064; 11, с. 534]. Острые отравления СК обычно сопровождаются отеком мозга вследствие гипонатриемии, гипертермии, судорог и серотонинового синдрома [13, с. 973]. СК активно метаболизируют и их основными метаболитами являются гидроксильные или карбоксильные производные ароматического кольца или N-алкильной цепи. Одним из самых популярных СК первого поколения являлся СК JWH-018 [3, с. 445]. В тоже время, к СК второго поколения относятся такие СК, как АВ-PINACA, АКВ-48 или ADB-PINACA [5, с. 1; 14, с. 444].

В данной работе был исследован новый СК 5F-APINAC (адамантан-1-ил 1-(5-фторпентил)-1H-индазол-3-карбоксилат), являющийся фторированным аналогом СК APINAC (адамантан-1-ил 1-пентил-1H-индазол-3-карбоксилат) [5, с. 1]. Включение в пентильную цепь галогена является популярной модификацией, повышающей стабильность, мощность и продолжительность действия СК. Метаболизм APINAC уже был описан ранее [15, с. 45; 16, с. 359]. За счет того, что один из наиболее распространенных путей биотрансформации

является дефторирование, некоторые метаболиты 5F-APINAC и APINAC имеют структурные сходства с метаболитами 5F-APINACA и APINACA, соответственно [17, с. 199]. Точное определение метаболитов 5F-APINAC, ассоциированных с его употреблением, является необходимым в химико-токсикологическом анализе. Таким образом, целью данной работы являлось *in-vitro* и *in-vivo* изучение метаболизма 5F-APINAC с использованием метода жидкостной хроматографии времяпролетной масс-спектрометрии.

## **2. Материалы и методы**

### **2.1. Химические стандарты и реагенты**

Вода высшей степени очистки была получена от компании Biosolve (Валькенываард, Нидерланды); диэтиловый эфир и ацетон в Медхимпром (Москва, Россия); ацетонитрил в Бэкер (Девентер, Нидерланды); метанол и этилацетат из Мерк (Дармштадт, Германия);  $\beta$ -глюкуронидаза из Рош Диагностика (Маннхайм, Германия); 5F-APINAC (чистота  $\geq 98\%$ ) в Кайман Кемикал (Энн Арбор, США). Остальные реагенты, использованные в исследовании, были получены из Сигма-Олдрич (St. Louis, MO, США); МПЧ были из Корнинг Джентест (Корнинг, НЙ, США); никотинамид аденин динуклеотид фосфат (НАДФН) регенеративной системы состоял из двух реагентов, раствор А (НАДФ<sup>+</sup> и глюкоза-6-фосфат), раствор Б (глюкоза-6-фосфат дегидрогеназа) и фосфатного буфера (рН 7.4, 0.5 М) – все из Корнинг Джентест. Твердофазная экстракция проводилась с использованием картриджей Oasis HLB (60 мг  $\times$  3 мл; Вотрес, Милфорд, США).

### **2.2. Ин-витро исследование**

Процесс инкубации проводился в соответствии с протоколом производителя; 20 мкл стандартного раствора 5F-APINAC в этаноле (2 мкМ, конечная концентрация), 50 мкл НАДФН раствора А, 10 мкл раствора Б, 700 мкл деионизированной воды, 200 мкл фосфатного буфера (рН 7.4, 0.5 М) помещали в пробирки Эппендорф на 1,7 мл и преинкубировали при 37 °С в течение 1 часа. Реакцию обрывали добавлением 100 мкл холодного ацетонитрила. Образцы центрифугировали в течение 10 минут при 15000 об/мин для осаждения белка.

В полученной смеси выпаривали верхний слой ацетонитрила. Для очистки экстрагированную смесь помещали на ТФЭ картриджи, предварительно кондиционированные 3 мл метанола и 3 мл деионизированной воды. После нанесения образцов картриджи очищали 3 мл деионизированной воды, и далее образцы элюировали 3 мл метанола. Элюэнт выпаривали досуха при 50 °С под током азота. Остатки перерастворяли в 200 мкл смеси метанол/вода (2:3, л/л) для последующего инструментального анализа.

### 2.3. Ин-виво исследование

Исследование проводили с использованием крыс мужского пола линии Sprague–Dawley и массой 180-220 г., выдержанных в двухнедельном карантине. Животные были помещены в стандартные пластиковые контейнеры. Крысам из тестовой группы вводили стандарт исследуемого препарата в концентрации 15 мг/кг, растворенный в этаноле или ДМСО, а животным контрольной группы – такой же объем физиологического раствора. После введения препарата, моча отбиралась через 3, 6 и 24 часа после введения. Готовые образцы хранились при -80 °С вплоть до анализа.

Образцы мочи разделяли на две аликвоты. К 0.5 мл мочи (первая аликвота) добавляли 1 мл 0.8М фосфатного буфера (рН 6.5) с 30 мкл β-глюкуронидазы. После инкубации при 37 °С в течение 60 минут и доведения рН смеси до 2.0 – 2.5 раствором соляной кислоты, образцы экстрагировали 1 мл этилацетата. Во второй аликвоте этап добавления и инкубации β-глюкуронидазы был пропущен. После выпаривания органического слоя при 70 °С в твердофазном нагревателе, остаток перерастворяли в 100 мкл смеси метанол/вода (1:1, л/л) для последующего инструментального анализа.

Инструментальный анализ проводился с использованием ВЭЖХ-QTOF-МС/МС системы, состоящей из УВЭЖХ серии Bruker Elute, совмещенным с квадрупольным времяпролетным масс-спектрометром UHRQqTOF maXis impact (Bruker). Разделение анализов проводилось на хроматографической колонке Intensity Solo 2 1.8 мкм, 100 Ч 2.1 мм (BRU-18C182-100 мкм; Bruker) и предколонке 1.7 мкм ACQUITY UPLC BEH C18 (Waters) при температуре 40

°С. Мобильная фаза А состояла из 1% метанола в воде, 5мМ формиата аммония и 0.01% муравьиной кислоты. Мобильная фаза В содержала метанол, 5 мМ формиат аммония и 0.01% муравьиную кислоту. Скорость потока была 0.2 мл/мин. Градиентное элюирование проводилось по следующей программе: 0.0–1.0 мин 4% В; 1.0–6.0 мин 50% В; 6.0–10.0 мин 50–99.9% В; 10.0–10.05 мин 99.9–4% В; 10.05–14.0 мин 4% В. Источник электроспрей ионизации (ЭСИ) работал в режиме положительной ионизации с диапазоном сканирования 30-1000 m/z. Параметры источника были следующими: напряжение на капилляре 4500 В; температура газа-осушителя 220 °С; скорость потока 8 л/мин; энергия коллизии 7.0 эВ. Общее время анализа составило 20 минут. Поиск метаболитов был основан на определении точной массы иона-прекурсора и типичного иона-продукта в режимах авто и таргет МС/МС.

### **3. Результаты**

При введении исследуемого препарата животным его растворяли в этаноле или ДМСО. На основе проведенных экспериментов, ДМСО не представлялся наилучшим растворителем, так как в данном случае повышался уровень шума в полученных спектрах, что понижало чувствительность определения целевых соединений. Таким образом, результаты ин-виво исследований, описанные в данной статье, основывались на использовании образцов, растворенных в этаноле. Уже через 6 часов после введения препарата было возможно определение большинства метаболитов 5F-APINAC. Однако, через 24 часа следов введения препарата найдено не было, что свидетельствовало об активном метаболизме 5F-APINAC. На рисунке 1 представлена предполагаемая схема метаболизма исследуемого СК.

Пятнадцать метаболитов 5F-APINAC, включая метаболиты второй фазы метаболизма (M8), были тщательно идентифицированы методом ВЭЖХ–QTOF-МС/МС (рисунок 2 и 3). Структуры метаболитов были предсказаны по точной массе и далее подтверждались по фрагментации их ионов-продуктов.

5F-APINAC элюируется на 13,3 минуте, тогда как остальные метаболиты – в диапазоне от 5.1 -12.5 минут. Молекулярный ион 5F-APINAC соответствует  $m/z$  385, с ионом-продуктом  $m/z$  135, соответствующим остатку адамантила, образующимся в результате разрыва эфирной связи (рис.2а). Выявленные метаболиты представляли собой результаты карбоксилирования, гидроксирования, гидролиза эфирной связи, окисления или глюкуронидирования 5F-APINAC.

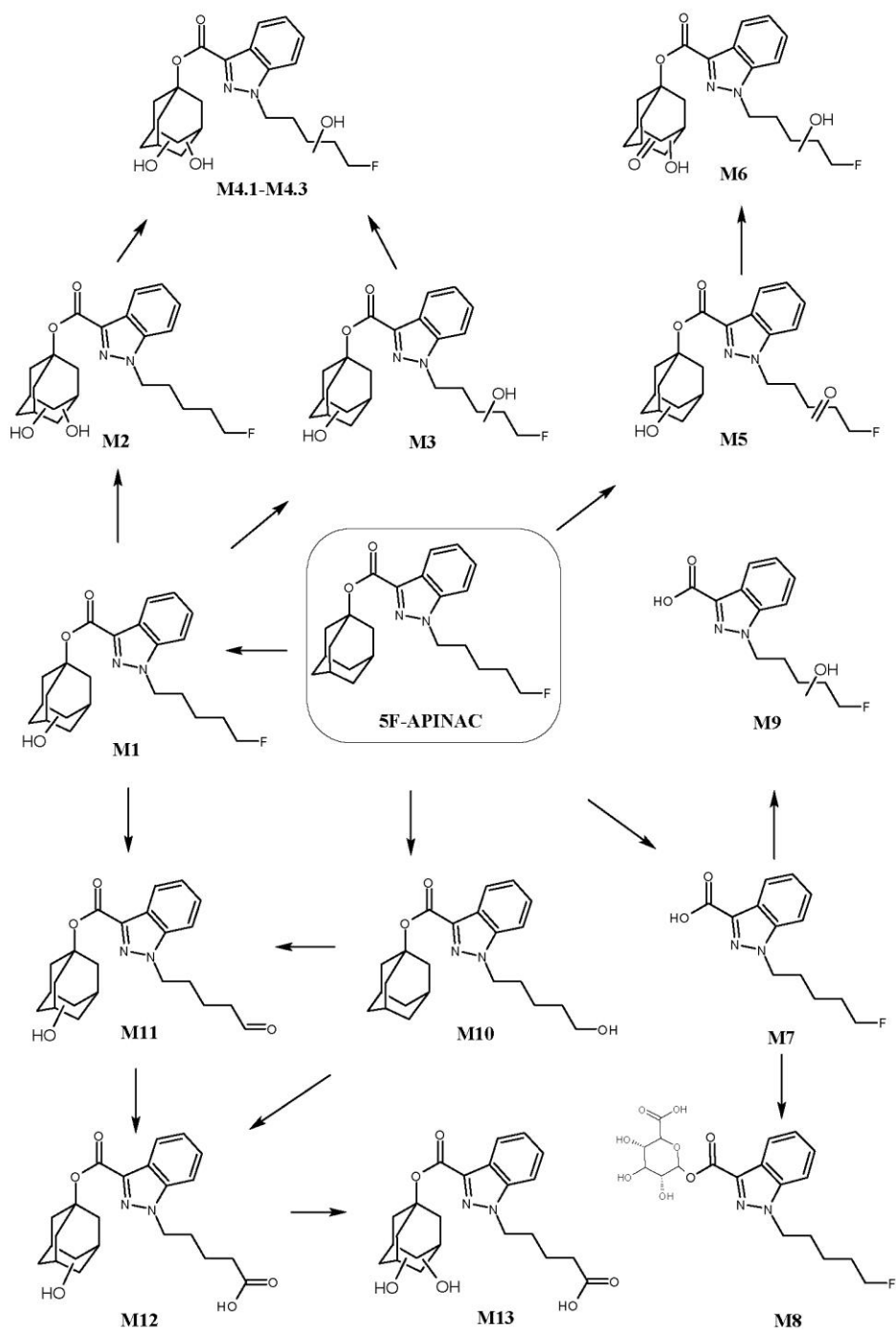


Рис. 1. Схема метаболизма 5F-APINAC

Гидроксилирование являлось наиболее распространенным путем биотрансформации. Выявленные метаболиты можно разделить на следующие группы: метаболиты 1-адамантана (M1–M6); метаболиты, образованные в результате окислительного детфторирования (M10–M13); и метаболиты N-пентилиндазол-3-карбоновой кислоты (M7–M9).

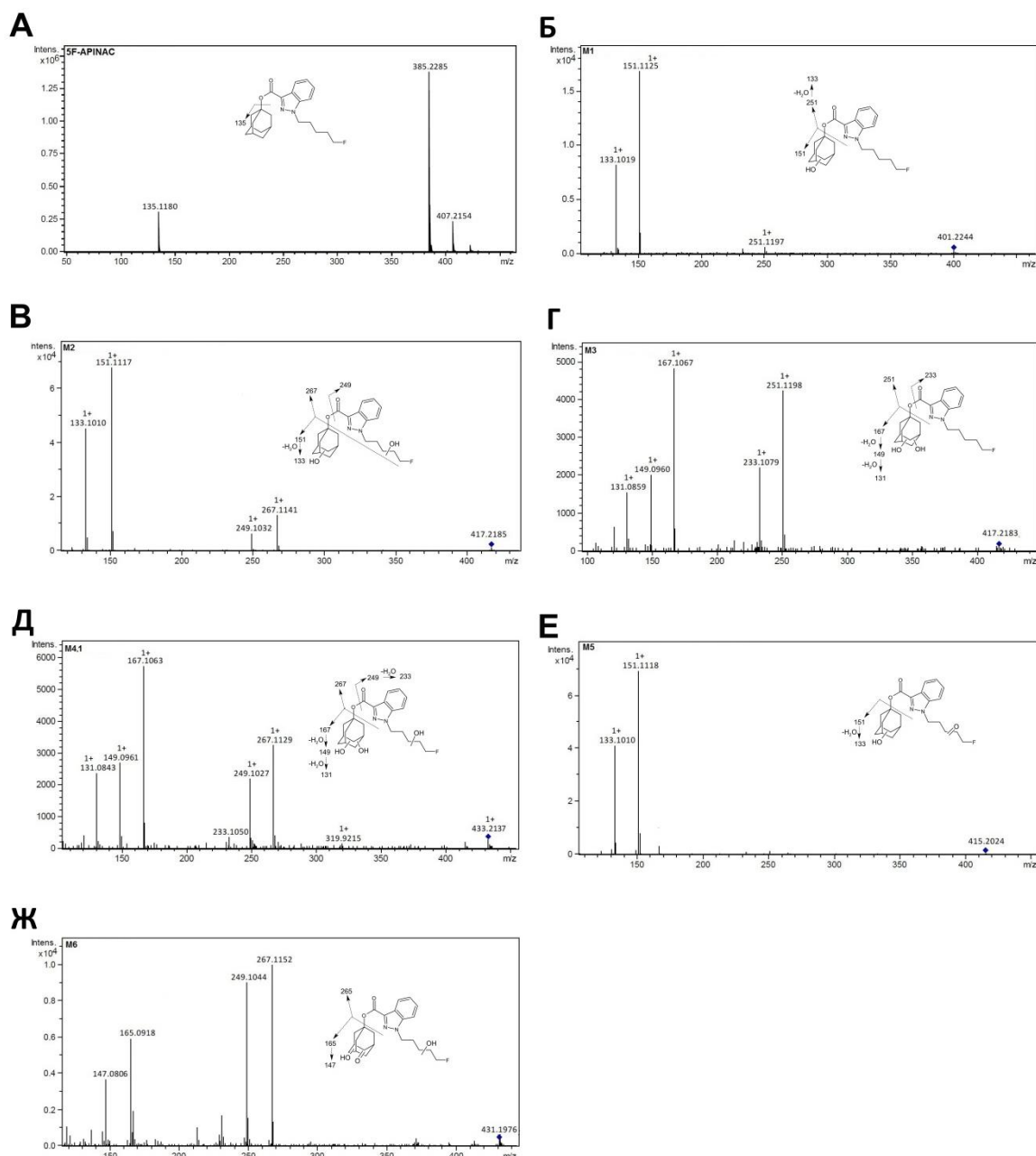


Рис. 2. Спектры продукт-ионов метаболитов 5F-APINAC: А – 5F-APINAC; Б – M1; В – M2; Г – M3; Д – M4.1-M4.3; Е – M5; Ж – M6

### 3.1. Инкубация 5F-APINAC с микросомами печени человека

5F-APINAC подвергается быстрому гидролизу при инкубации с МПЧ. Исследуемый препарат полностью биотрансформировался через 3 часа после



инкубации. Использование НАДФН-зависимой системы приводит к формированию одиннадцати активных метаболитов 5F-APINAC, образованных преимущественно за счет гидроксирования и окисления исходной молекулы.

### 3.2. Моногидроксилирование

Метаболит M1, продукт моногидроксилирования 5F-APINAC, образовывался как в ин-витро, так и в ин-виво экспериментах через три часа после введения препарата. Молекулярный ион с  $m/z$  401 элюировался на 10.9 минуте. Ион-продукт с  $m/z$  151 указывал на то, что моногидроксилирование прошло по адамантильному кольцу. Одновременно, ион с  $m/z$  133 указывал на потерю воды из адамантильного кольца (рис. 2б).

### 3.3. Дигидроксилирование

Метаболиты M2 и M3 представляли собой продукты дигидроксилирования 5F-APINAC. Молекулярный ион соответствовал  $m/z$  417. M2 обнаруживался только в ин-витро эксперименте, тогда как M3 был найден также в эксперименте ин-виво через 6 часов после введения препарата. Относительно M2, обнаруживались два иона-продукта – с  $m/z$  151 и 133. Это соответствовало тому, что моногидроксилирование происходило по адамантильному кольцу. Ион с  $m/z$  267 указывал на присутствие гидроксильной группы на N-фторпентильной цепи, в то время как  $m/z$  249 соответствовал его дегидратированному производному (рис. 2в).

В спектре продукт-ионов M3 содержались фрагменты с  $m/z$  167, 149 и 131, что подтверждало тот факт, что дигидроксилирование шло по адамантильному кольцу. Фрагмент с  $m/z$  167 соответствовал адамантандиолу, тогда как продукт-ионы с  $m/z$  149 и 131 представляли результат последовательной дегидратации фрагмента с  $m/z$  167. В тоже время, продукт-ионы с  $m/z$  251 и  $m/z$  233 подтверждали отсутствие гидроксирования по N-фторпентильной цепи (рис. 2г).

### 3.4. Тригидроксилирование

Метаболиты М4.1, М4.2 и М4.3 соответствовали тригидроксильным производным 5F-APINAC. Они детектировались в ин-витро и ин-виво экспериментах вплоть до 6 часов после введения препарата. Молекулярный ион соответствовал  $m/z$  433, а времена удерживания составляли 6.8, 7.7 и 8.2 мин, соответственно. Все три метаболита обладали схожими спектрами, соответствующими тому, что гидроксирование N-фторпентилиндазольного остатка происходило в трех различных местах, два из которых протекали по адамантилу. Продукт-ионы с  $m/z$  267 и 167 подтверждали разрыв эфирной связи. При этом, фрагмент с  $m/z$  167 соответствовал образованию адамантандиола, тогда как  $m/z$  149 и 131 являлись индикаторами двух последовательных отщеплений воды от фрагмента с  $m/z$  167. Ион с  $m/z$  267 соответствовал 3-карбоксо-1-(5-фторгидроксипентил)-1H-индазолу. Ионы с  $m/z$  249 и 233 указывали на последовательную дегидратацию фрагмента  $m/z$  267 (рис. 2д).

### 3.5. Моногидроксирование и окисление

Метаболит М5 был детектирован только в ин-витро эксперименте через 3 часа после начала инкубации. Метаболит элюируется на 8.9 минуте, соответствуя молекулярному иону с  $m/z$  415. Его спектр содержит продукт-ионы с  $m/z$  151 и 133, соответствующими моногидроксированию адамантильного кольца и потере воды, соответственно (рис. 2е).

### 3.6. Дигидроксирование и окисление

Метаболит М6 был обнаружен только в образцах ин-витро и соответствовал  $m/z$  431. Этот метаболит указывал на присутствие карбонильной и гидроксо- групп на адамантильном кольце ( $m/z$  165) и гидроксирование 5-фторпентильной цепи ( $m/z$  267). Более того, ион с  $m/z$  147 соответствовал потере гидроксо- группы фрагмента с  $m/z$  165 (рис. 2ж).

### 3.7. Гидролиз эфирной связи

Как было показано ранее, СК, содержащие эфирную связь (например, ВВ-22, РВ-22, 5F-РВ-22, APINAC), подвергаются интенсивному гидролизу [18, с. 88]. Так, метаболит М7 был обнаружен в ин-витро и ин-виво исследованиях через 3 и 6 часов после введения препарата. Более того, он представлял

собой наиболее важный метаболит, обнаруженный в моче крыс. Он элюируется на 7.2 минуте и соответствует  $m/z$  251. Ион с  $m/z$  233 соответствовал продукту дегидратации метаболита М7, тогда как  $m/z$  163 и 145 – последовательному сокращению пентильной цепи и дегидратации, соответственно. Потеря фторводорода от  $m/z$  233 приводит к образованию продукт-иона с  $m/z$  213 (рис. 3а).

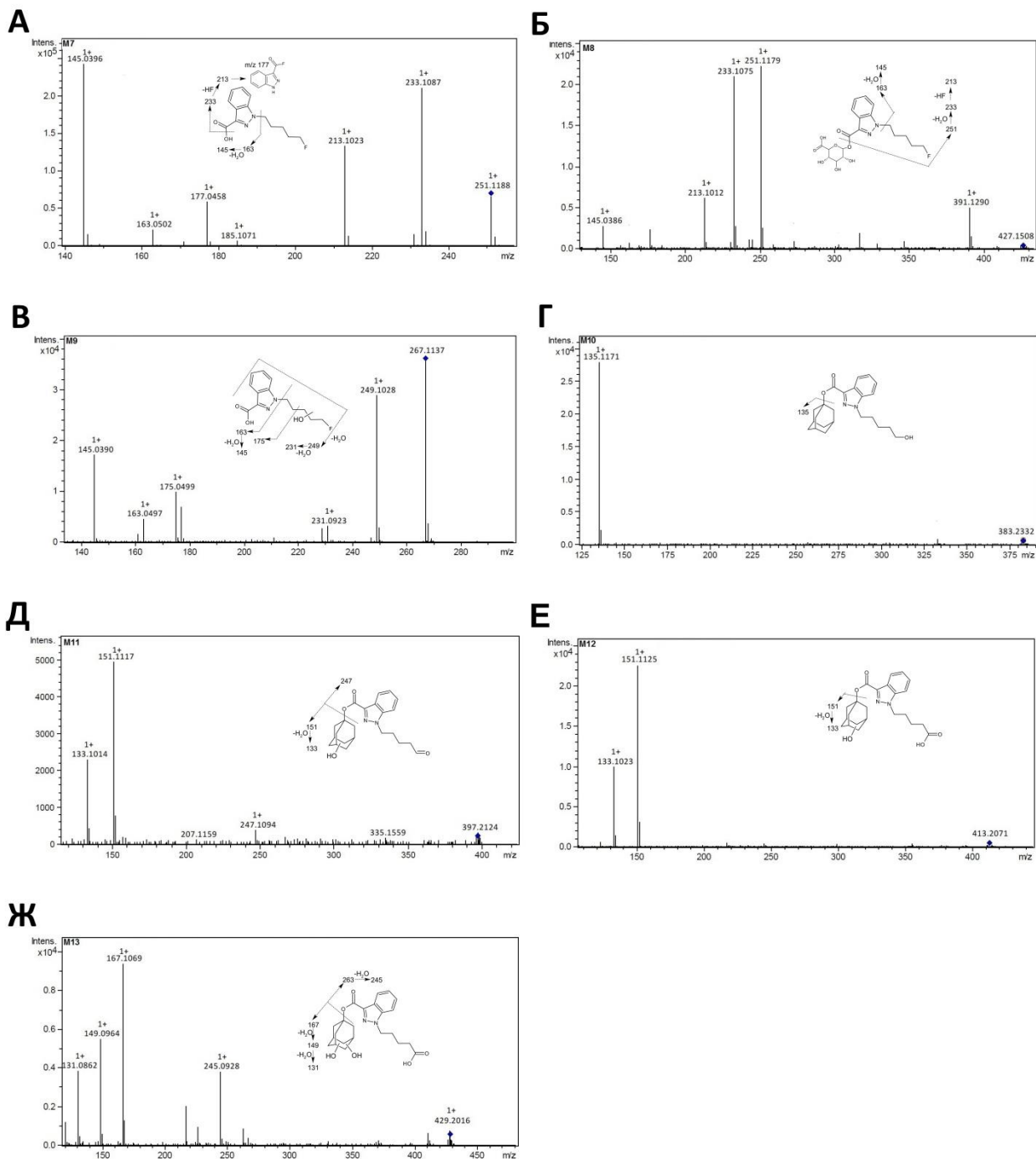


Рис. 3. Спектры продукт-ионов метаболитов 5F-APINAC: А – М7; Б – М8; В – М9; Г – М10; Д – М11; Е – М12; Ж – М13

### 3.8. Глюкуронидирование

Метаболит М8 являлся продуктом второй фазы метаболизма в эксперименте ин-виво, представляя собой глюкуроновый конъюгат (рис. 3б). Его молекулярный ион имел  $m/z$  427. М8 подвергался частичной фрагментации в источнике ионов, что в результате привело к образованию иона-продукта с  $m/z$  251 (молекулярному иону М7). Последующие продукт-ионы были идентифицированы с  $m/z$  233, 213, 177 и 145.

### 3.9. Окислительное дефторирование

Метаболит М10 был идентифицирован ин-витро и соответствовал  $m/z$  383, где фтор был замещен на гидроксильную группу (рис. 3г). Фрагмент с  $m/z$  135 указывал на отсутствие модификаций по адамантильному кольцу.

### 3.10. Окислительное дефторирование и моногидроксилирование

Метаболит М11 (обнаруженный только в ин-витро эксперименте) обладал молекулярным ионом с  $m/z$  397, что соответствовало окислению гидроксильной группы до альдегида и добавлению гидроксильной группы на адамантиле ( $m/z$  151). Фрагмент с  $m/z$  133 соответствовал дегидратации иона с  $m/z$  151, а  $m/z$  247 – разрыву эфирной связи (рис. 4д).

Метаболит М12 был найден в ин-витро и ин-виво экспериментах (молекулярный ион –  $m/z$  413) (рис. 3е). Он соответствовал окислению карбоксильной группы через промежуточное образование альдегида (М11) и формирование гидроксильной группы на адамантиле ( $m/z$  151).

3.11. Окислительное дефторирование (образование карбоксила) и дигидроксилирование

М13 был обнаружен в ин-витро и ин-виво исследованиях через 6 часов после введения препарата. М13 соответствовал молекулярному иону с  $m/z$  429 характерному для замещения фтора на карбоксильную группу и введению двух гидроксильных групп в адамантильное кольцо. Фрагмент с  $m/z$  167 соответствовал адамантандиолу, а ионы с  $m/z$  149 и 131 – указывали на его последовательную дегидратацию. Наименее интенсивные фрагменты с  $m/z$  245 принадлежали фрагментам, соответствующим разрыву эфирной связи (рис. 3ж).

#### 4. Обсуждение

Несмотря на то, что мы не проводили ин-виво исследование 5F-APINAC у человека, использование ин-витро моделей МПЧ совместно с ин-виво экспериментами на крысах является первым шагом для описания метаболизма нового СК. Нефторированный аналог APINAC (АКВ-57) является уже хорошо исследованной молекулой, впервые обнаруженной в курительных смесях на черном рынке Австралии и Южной Кореи [15]. В сентябре 2016 года порошковая субстанция (1,97г., 72% чистоты, оцененной методом высокоэффективной хроматографии), содержащая APINAC была конфискована на территории Саратовской области в ходе полицейского расследования [16]. Тем не менее, по нашим данным, APINAC является контролируемым препаратом лишь на территории Японии и республики Беларусь.

Предполагается, что действие фторированного аналога APINAC превосходит APINAC по активности. Так, ранее было описано, что введение галогена в 5-петильной цепи повышает стабильность препарата, силу и продолжительность действия [5, 14].

Стоит отметить, что ин-витро и ин-виво профили метаболитов 5F-APINAC заметно различались. В ин-витро эксперименте наиболее интенсивные пики соответствовали метаболитам М3, М1, М4.3, М2 и М7. Метаболиты М3, М1, М4.3 и М2 наиболее полно отражали цельную структуру 5F-APINAC и подходили в качестве маркеров его потребления в моче, однако, в экспериментах ин-виво метаболит М2 отсутствовал, в то время как интенсивности метаболитов М3, М1 и М4.3 были очень низкими. В ин-виво экспериментах наиболее интенсивными метаболитами являлись метаболиты М7, М8, М13, М4.1, М9 и М4.2 (Интенсивность пика М7 была особенно высокой).

Таким образом, основываясь на проведенных в данной работе экспериментах, М7 является наиболее предпочтительным маркером 5F-APINAC в моче человека, подтверждающим наличие 5-фторпетильной цепи. Помимо этого, для более точного подтверждения присутствия в моче следов 5F-APINAC необходимо обнаружение метаболитов М7, М4.1 и М13.

## 5. Заключение

В настоящей работе были описаны 15 метаболитов нового синтетического каннабимиметика 5F-APINAC. Точное определение метаболитов проводилось в экспериментах ин-витро на модели МПЧ и ин-виво на моделях крыс. В обоих экспериментах основной реакцией биотрансформации являлся гидролиз эфирной связи, приводящий к формированию метаболита М7 (5-фторпентилиндазол-3-карбоновой кислоты). Другие метаболические превращения включали моно-, ди- и тригидроксилирование адамантильного кольца и N-фторпентилиндазольного остатка, окисление и глюкуронидирование. Изучение данных метаболитов может служить основой для дальнейших исследований, а также основанием для включения выявленных маркеров 5F-APINAC в рутинные скрининговые аналитические методики, применяемые в клинических и химико-токсикологических лабораториях.

### Список литературы

1. Liechti, ME (2015) Novel psychoactive substances (designer drugs): overview and pharmacology of modulators of monoamine signalling. *Swiss Med Wkly*145, w14043. doi:10.4414/smw.2015.14043
2. Dresen S, Ferreirós N, Pütz M, Westphal F, Zimmermann R, Auwärter V (2010). Monitoring of herbal mixtures potentially containing synthetic cannabinoids as psychoactive compounds *J Mass Spectrom* 45:1186-94. doi:10.1002/jms.1811
3. Banister SD, Stuart J, Kevin RC, Edington A, Longworth M, Wilkinson SM, Beinat C, Buchanan AS, Hibbs DE, Glass M, Connor M (2015). Effects of bioisosteric fluorine in synthetic cannabinoid designer drugs JWH-018, AM-2201, UR-144, XLR-11, PB-22, 5F-PB-22, APICA, and STS-135. *ACS Chem Neurosci* 8: 445-58. doi:10.1021/acschemneuro.5b00107
4. Znaleziona J, Ginterová P, Petr J, Ondra P, Válka I, Ševčík J, Chrastina J, Maier V (2015). Determination and identification of synthetic cannabinoids and their metabolites in different matrices by modern analytical techniques—a review. *Anal Chim Acta*. 18:11-25. doi:10.1016/j.aca.2014.12.055
5. Zawilska, J B & Andrzejczak, D (2015) Next generation of novel psychoactive substances on the horizon—A complex problem to face. *Drug and Alcohol Dependence*, 157, 1-17. doi:10.1016/j.drugalcdep.2015.09.030.
6. Emcdda (2014) European drug report: Trends and developments.
7. Musah RA, Domin MA, Walling MA, Shepard JR (2012). Rapid identification of synthetic cannabinoids in herbal samples via direct analysis in real time mass spectrometry. *Rapid Commun Mass Spectrom* 26:1109-14. doi:10.1002/rcm.6205
8. Diao, X, & Huestis, MA (2017). Approaches, challenges, and advances in metabolism of new synthetic cannabinoids and identification of optimal urinary marker metabolites. *Clin Pharmacol Ther* 101: 239-253. doi:10.1002/cpt.534.
9. Cohen J, Morrison S, Greenberg J, Saidinejad M (2012) Clinical presentation of intoxication due to synthetic cannabinoids. *Pediatrics*. 129:e1064-7. doi:10.1542/peds.2011-1797
10. Derungs A, Schwaninger AE, Mansella G, Bingisser R, Kraemer T, Liechti ME (2013) Symptoms, toxicities, and analytical results for a patient after smoking herbs containing the novel

synthetic cannabinoid MAM-2201. *Forensic Toxicol* 31:164-71. doi:10.1007/s11419-012-0166-1

11. Hermanns-Clausen M, Kneisel S, Szabo B, Auwärter V (2013). Acute toxicity due to the confirmed consumption of synthetic cannabinoids: clinical and laboratory findings. *Addiction* 108:534-44. doi:10.1111/j.1360-0443.2012.04078.x

12. Carvalho M, Carmo H, Costa VM, Capela JP, Pontes H, Remião F, Carvalho F, de Lourdes Bastos M (2012). Toxicity of amphetamines: an update. *Arch Toxicol* 86: 1167-231. doi:10.1007/s00204-012-0815-5

13. Takematsu M, Hoffman RS, Nelson LS, Schechter JM, Moran JH, Wiener SW (2014). A case of acute cerebral ischemia following inhalation of a synthetic cannabinoid. *Clin Toxicol*. 52: 973-5. doi:10.3109/15563650.2014.958614

14. Aldlgan, A A, & Torrance, H J (2016) Bioanalytical methods for the determination of synthetic cannabinoids and metabolites in biological specimens. *Trends Anal Chem* 80: 444-457. doi:10.1002/cpt.534.

15. Lee, JH, Park, HN, Leem, TS, Jeon, J H, Cho, S, Lee, J, & Baek, SY (2017) Identification of new synthetic cannabinoid analogue APINAC (adamantan-1-yl 1-pentyl-1H-indazole-3-carboxylate) with other synthetic cannabinoid MDMB (N)-Bz-F in illegal products. *Forensic Toxicol* 35: 45-55. doi:10.1002/cpt.534.

16. Savchuk, S, Appolonova, S, Pechnikov, A, Rizvanova, L, Shestakova, K, & Tagliaro, F (2017) In vivo metabolism of the new synthetic cannabinoid APINAC in rats by GC-MS and LC-QTOF-MS. *Forensic Toxicol* 35: 359-368. doi:10.1002/cpt.534.

17. Holm, NB, Pedersen, A J, Dalsgaard, PW, & Linnet, K (2015). Metabolites of 5F-AKB-48, a synthetic cannabinoid receptor agonist, identified in human urine and liver microsomal preparations using liquid chromatography high-resolution mass spectrometry. *Drug Test Anal* 7: 199-206. doi: 10.1002/cpt.534.

18. Hwang, J, Hwang, J, Ganganna, B, Song, I, Heo, M Y, Ahn, SH, & Lee, J (2018). Metabolic and pharmacokinetic characterization of a new synthetic cannabinoid APINAC in rats. *Forensic Toxicol* 36: 88-101. doi: 10.1002/cpt.534.

## СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ»

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВАРЕНО-КОПЧЕНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

*Югай Ольга Олеговна*

студентка второго курса магистратуры,  
Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия, г. Москва

*Красуля Ольга Николаевна*

профессор кафедры технологии хранения и переработки  
продуктов животноводства, д-р техн. наук, профессор,  
Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия, г. Москва

В статье представлены результаты разработки технологии интенсификации процесса производства варено-копченой продукции из мяса птицы (цыплят-бройлеров) за счет использования управляющих воздействий. В качестве управляющего воздействия, позволяющего интенсифицировать технологию посола мяса птицы впервые в отечественной практике использована высокочастотная (40 КГц) кавитация при обработке рассола.

*Ключевые слова:* сонохимия, кавитация, интенсификация, управляющие воздействия, посол, инъектирование, мясо птицы, варено-копченая продукция.

В настоящее время в розничной сети можно встретить огромное многообразие одного, конкретного продукта питания и, в связи с этим, производители испытывают колоссальную конкуренцию. Если раньше продукт был востребован из-за нехватки его в магазинах, то сейчас востребованным считается тот, чей интегральный показатель качество/цена превосходит своих конкурентов и, при этом, продукт максимально удовлетворяет предпочтениям потребителя.

Отсюда, интерес, в последние годы, производителей мясных изделий к инновационным технологиям, позволяющим снизить себестоимость продукта при поддержании приемлемого качества. Одной из таких технологий является кавитационная дезинтеграция жидких пищевых сред [5].

Нами, с целью интенсификации посола мяса птицы, впервые в отечественной практике, в качестве управляющего воздействия на процесс, исполь-



зована высокочастотная (40КГц) кавитационная обработка рассола с последующим инъецированием его в грудную мышцу цыплят-бройлеров в количестве 20% к массе образца. Исследованию подвергали следующие виды образцов: *контрольный образец*- к объему воды (920,0мл) добавлялось 30г NaCl и 50г пищевой добавки «Комби птица», рассол не подвергался кавитационной обработке; *опытный образец №1* – высокочастотной кавитационной обработке подвергался объём (924.5 мл) воды в течение 20мин с применением прибора «Активатор -150» и далее, в обработанную воду вносили 25.5г хлорида натрия(поваренная соль), что на 15% меньше, чем в контрольном образце и 50г пищевой добавки «Комби птица»; *опытный образец №2*- высокочастотная обработка в течение 20 мин. того же количества воды и поваренной соли, что в образце №1, и далее, в обработанный рассол вносили 50г пищевой добавки «Комби птица».

Из информационных источников [3] известно, что под кавитацией (от лат. Cavita – пустота) понимается видоизменение пара в жидкости, подвергнутой акустическому воздействию, с образованием мельчайших пузырьков с газами, которые в дальнейшем лопаются с высвобождением энергии и излучая при этом ударную волну. В результате этого явления наблюдается изменение акустических и физических свойств жидкостей, тем самым образуя среду с новыми характеристиками [1, 4, 5].

Все образцы после посола исследовали по показателям химического состава, а также определяли их водоудерживающую способность (ВУС). Результаты анализа приведены в таблице.

Таблица

**Результаты анализа химического состава мяса птицы после посола**

Образец №	Влага, %	Жир, %	Белок, %	Зола, %	ВУС, %
Контрольный образец	75,4±7,5	4,22±0,5	18,4±2,8	1,98±0,26	71,34
Опытный образец №1	76,3±7,7	4,14±0,5	17,6±2,6	1,96±0,24	72,13
Опытный образец №2	76,8±7,5	3,35±0,4	17,9±2,9	1,95±0,24	75,00

На основании полученных результатов (таблица) можно сделать вывод, что опытный образец №1, инъецированный активированным посолочным

рассолом, где кавитации подвергалась только вода, имеет более высокую водоудерживающую способность по сравнению с контрольным. Однако, опытный образец №2, у которого кавитационной обработке подвергался рассол, имеет более высокий показатель ВУС, по сравнению с образцом №1 и контролем, что указывает на эффективность управляющего воздействия именно на рассол. Полученные результаты корреспондируются с работами [2, 6].

С целью изучения сложного комплекса физико-химических превращений, происходящих в процессе посола мяса цыплят-бройлеров, был проведен гистологический анализ контрольного и опытных образцов

При сравнительном анализе контрольного и опытных образцов, установлено, что процесс посола опытных образцов, выработанных на основе активированного рассола, значительно быстрее и равномерней по сравнению с контрольным образцом. Такая разница свидетельствует о более сильной энергии связи свободной влаги. Полученные данные хорошо согласуются с теорией надтепловой кавитационной дезинтеграции воды в составе рассолов, за счет чего увеличивается энергии связи ее диполей с полярными центрами молекул аминокислот [4, 5].

Помимо этого, результаты анализов свидетельствуют о том, что характер проникновения NaCl также зависит от свойств рассолов (рисунок). Применение активированных жидких сред способствует наибольшему накоплению поваренной соли в мясном сырье. Такой эффект объясняется способностью ультразвука повышать растворяющую и экстракционную способность воды в составе активированных жидких сред и, как следствие, катализировать диффузию соли в систему пор и капилляров, проникающих в ткани.

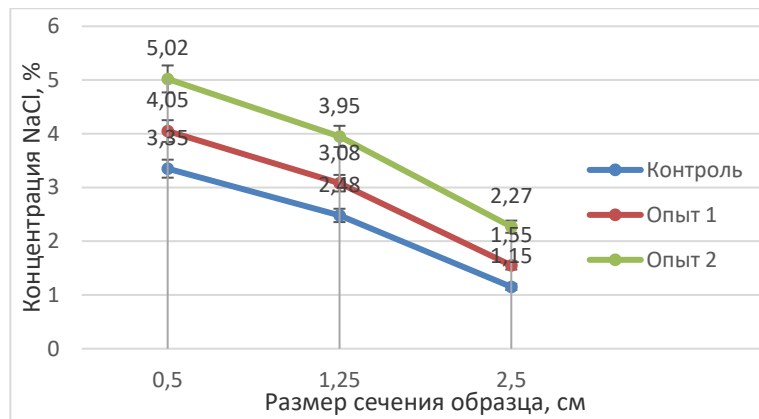


Рис. Накопление NaCl в мясе в зависимости от вида образцов

Таким образом, концентрация соли в поверхностном слое грудных мышц у опытных образцов составляет 4,05 и 5,02 %, в промежуточном слое 3,08 и 3,95%, в центральном слое 1,55 и 2,27%, что выше контроля на 0,7-1,67%, 0,6-1,47% и 0,4-1,12%. С учетом того, что в опытные образцы соли добавлялось на 15% меньше, на графике видно эффективное воздействие кавитации на процесс растворения и проникновения соли.

Таким образом, результаты исследований показывают, что, воздействуя на рассол высокочастотной кавитацией, можно существенно снизить количество используемой поваренной соли, интенсифицировать процесс посола в 2 раза за счет ускоренного процесса растворения и распределения соли в толще грудной мышцы цыплят- бройлеров.

### Заключение

На основании представленных результатов исследования можно сделать вывод, что использование кавитационно-активированных рассолов для посола мяса птицы способствует:

- увеличению физико-химических и биохимических показателей процесса посола мяса птицы (на примере ВУС);
- сокращению рецептурного количества соли;
- сокращению времени посола;
- более равномерному распределению посолочных ингредиентов;
- улучшению качества готового продукта.

Все вышеизложенное позволяет рекомендовать высокочастотную кавитационную обработку рассола в качестве управляющего воздействия для интенсификации процесса посола мяса птицы.

#### **Список литературы**

1. Акопян В.Б. Ультразвук в производстве пищевых продуктов // Пищевая промышленность, 2003, №3. – С. 51-55.
2. Богущ, В.И. Разработка технологии производства мясных рубленых полуфабрикатов с применением сонохимических воздействий для системы общественного питания // В.И. Богущ: Дисс. канд. техн. наук. Москва, 2011. – 171 с.
3. Капустин С.В., Красуля О.Н. Применение ультразвуковой кавитации в пищевой промышленности // Интерактивная наука. 2016. № 2. С. 101-103.
4. Рогов И.А., Жаринов А.И., Текутьева Л.А., Шепель Т.А. Биотехнологии мяса и мясопродуктов. М.: ДеЛи принт, 2009. – 296 с.
5. Шестаков, С. Д. Основы технологии кавитационной дезинтеграции. Теория кавитационного реактора. -М.: ЕВА – пресс, 2001. – 173 с.
6. Цирульниченко, Л.А. Формирование улучшенных потребительских свойств продуктов переработки мяса птицы, выработанных с использованием эффектов ультразвукового воздействия на основе водоподготовки// Л.А. Цирульниченко. – Дисс. канд. техн. наук. Орел, 2014. – 182 с.

## СЕКЦИЯ «МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ»

### К ЮБИЛЕЮ ВЫДАЮЩЕГОСЯ НЕЙРОМОРФОЛОГА ЕЛИЗАВЕТЫ ПИГАСИЕВНЫ КОНОНОВОЙ

*Михалкина Марина Владимировна*  
ассистент кафедры анатомии человека,  
Уральский государственный медицинский университет,  
Россия, г. Екатеринбург

*Михалкин Константин Павлович*  
слушатель предвуниверсария,  
Уральский государственный медицинский университет,  
Россия, г. Екатеринбург

7 мая 2020 года исполнилось 140 лет со дня рождения Елизаветы Пигасиевны Кононовой, первой женщины в России, защитившей докторскую диссертацию на анатомическую тему. Ее интересной судьбе и значительному вкладу в развитие нейроморфологии посвящается эта статья.

*Ключевые слова:* Е.П. Кононова, неврология, нейроморфология, анализ индивидуальной изменчивости коры головного мозга.

До второй половины XIX века женщина в России не могла получить высшего образования. Было принято считать, что женщина по своему интеллекту стоит ниже мужчины и не способна заниматься наукой. Лишь в 60-ые годы XIX века, в условиях общественного подъема, вызванного крушением жесткого режима времен императора Николая I и падением крепостничества, среди передовых женщин стало с большой силой проявляться стремление к занятиям естествознанием. Этому в немалой степени способствовали труды русских философов-материалистов А.И. Герцена, Н.Г. Чернышевского, Н.А. Добролюбова, Д.И. Писарева, выступавших с призывом к изучению естественных наук. Особенно сильна была тяга к медицине, одним из источников которой явились события только что прошедшей Крымской войны, героическая работа первых сестер милосердия. Такие выдающиеся анатомы второй половины XIX века, как В.Л. Грубер и П.Ф. Лесгафт, благосклонно относились к стремлению женщин получать медицинское образование. Но Устав Медико-хирургической

академии, переименованной в 1881 г. в Военно-медицинскую академию, изданный в 1864 году, еще запрещал женщинам посещать лекции и практические занятия в академии [1, с. 112].

В конце XIX – начале XX века в России сложились более благоприятные возможности для получения женщинами высшего медицинского образования. В 1897 г. открылся Женский медицинский институт в Петербурге, вскоре открылись высшие женские курсы в Москве, Киеве и Одессе, Женский медицинский институт в Харькове. Женщины могли поступать на медицинские факультеты университетов, обучаться в Военно-медицинской академии. Однако права женщин-врачей оставались ограниченными, и лишь единицы из них работали на кафедрах [1, с. 113].

Елизавета Пигасиевна Кононова родилась 7 мая 1880 года в г. Москве в состоятельной купеческой семье. Она получила блестящее образование, редкое в те времена для русской женщины: в 1909 году Елизавета Пигасиевна окончила медицинский факультет Парижского университета, где за успехи была награждена медалью этого университета. С 1909 по 1911 годы она продолжала образование в Париже в качестве экстерна в клинике профессоров Дежерина и Бабинского. В 1912 году Е.П. Кононова защитила диссертацию на степень доктора медицины на французском языке, называвшуюся «Перекрестная атрофия мозжечка при мозговых расстройствах у взрослых» [6, с. 90]. Затем Елизавета Пигасиевна вернулась в Москву, сдала государственные экзамены в Московском университете и получила диплом лекаря с отличием.

В дальнейшем вся жизнь Е.П. Кононовой была посвящена неврологии; в течение 20 лет она работала в клинике нервных болезней Московского университета. В 1921 г. Е.П. Кононова, будучи ассистентом этой клиники, защитила кандидатскую диссертацию на тему «Анатомия и физиология затылочных долей» под руководством профессора Г.И. Россолимо [2, с. 94].

В 1927 году в Москве был открыт Институт мозга, директором которого стал С.А. Саркисов (1895-1971), считавший себя учеником Е.П. Кононовой [4, с. 251]. Институту мозга Академии Медицинских Наук (АМН) СССР Елизавета

Пигасиевна посвятила 37 последних лет своей трудовой деятельности, пройдя путь от старшего научного сотрудника до профессора, заслуженного деятеля науки РСФСР, заведующего лабораторией архитектоники мозга. В 1937 году ей была присуждена степень доктора медицинских наук по совокупности работ [2, с. 94].

Е.П. Кононова – автор свыше 60 научных работ, в том числе трех монографий: «Перекрестная атрофия мозжечка при мозговых расстройствах у взрослого» (1912); «Анатомия и физиология затылочных долей на основании клинических, патологоанатомических и экспериментальных данных» (1926); «Лобная область большого мозга» (1962).

Неоценимый вклад в морфологию мозга внесли атласы Института мозга АМН СССР, автором или соавтором которых являлась Е.П. Кононова. Это «Атлас большого мозга человека и животных» (1937); «Атлас мозгового ствола человека и животных» (1937); «Атлас цитоархитектоники коры большого мозга человека» (1955).

Фундаментальные знания морфологии центральной нервной системы (ЦНС) способствовали привлечению Е.П. Кононовой в качестве автора разделов, касающихся строения мозга, в ряде учебников нервных болезней и руководств по неврологии, а также в Большой Медицинской Энциклопедии (БМЭ). Елизавете Пигасиевне принадлежит целый ряд статей по анатомии и физиологии нервной системы в первом и втором изданиях БМЭ; она являлась заместителем главного редактора по отделу невропатологии второго издания БМЭ [3, с.849]. Елизавета Пигасиевна посвятила два научно-биографических очерка памяти профессоров-корифеев неврологии Григория Ивановича Россоло (1860-1928) и Владимира Александровича Муратова (1865-1916), у которых она училась и с которыми работала. В одной из ее оригинальных работ дается описание анатомии мозга профессора П.Б. Ганнушкина, где поднимается ряд актуальных и в настоящее время вопросов о морфологических особенностях человека, связанных с индивидуальными свойствами его психики.

Научный вклад Е.П. Кононовой в изучении морфологии мозга велик и многогранен. Ее фундаментальные исследования лобной области коры мозга – одной из важнейших в обеспечении интегративной деятельности мозга как целого – выявили основные принципы ее структурной организации у приматов и человека: особенности цитоархитектоники различных полей лобной области (своеобразие строения в них цитоархитектонических слоев, степень выраженности радиарной исчерченности и т.п.). Были показаны основные закономерности формирования лобной области коры мозга человека в процессе онтогенеза; цитоархитектонические особенности отдельных ее полей у различных индивидуумов.

В последние годы жизни Е.П. Коконова вместе с коллективом лаборатории архитектоники занималась изучением миелоархитектоники коры мозга человека, методика исследования которой была модифицирована и внедрена ею в лабораторию. Готовилась к печати коллективная монография. Но в это время Елизавета Пигасиевна потеряла зрение; несмотря на это, она не прекращала начатое ею исследование миелоархитектоники лобной области коры мозга. С помощью операции в 80 с лишним лет хирурги-окулисты вернули ей зрение, и эта работа, ее последняя, была завершена в срок.

Исследования Е.П. Кононовой лобных долей мозга человека и индивидуальной вариабельности всей коры головного мозга до настоящего времени остаются основополагающими для нейроморфологов. Они послужили фундаментом для разработок этих проблем последователями Елизаветы Пигасиевны, которые продолжают указанный ею путь до сих пор.

Результаты экспериментов Е.П. Кононовой имели большое значение не только для ученых, они привлекли внимание широкого круга обывателей, интересующихся тайнами мозга. Имя Елизаветы Пигасиевны по-прежнему на слуху, выводы из ее научных работ цитируются авторами научно-популярных изданий. Наряду с другим видным нейроморфологом, И.Н. Филимоновым, Елизавета Пигасиевна считается основоположницей анализа индивидуальной изменчивости коры головного мозга. В свое время она писала: «Многие поля



лобной области подразделяются на четкие дополнительные структуры – подполя. Структура одного и того же поля различается в левом и правом полушариях как по количеству элементов, так и по их расположению в слоях» (1935, 1938, 1962) [5, с. 157]. По данным Е.П. Кононовой, вся лобная область у разных людей имеет довольно стабильные размеры и изменяется в исследованных случаях не более, чем на 3-7 %. Основная индивидуальная изменчивость сосредоточена в полиморфизме полей и подполей лобной области. Размах изменчивости оказался невероятно велик и совершенно случаен. Различия между крайними вариантами количественной изменчивости отдельных полей неокортекса лобной области составляли 200-300%. Это очень большие различия, которые трудно переоценить. Если у одного человека центры управления речевым аппаратом зоны Брока в 2,5 раза больше, чем у другого, то вероятность последнего стать хорошим оратором крайне мала. Вполне понятно, что эта закономерность справедлива при прочих равных условиях. Особый интерес представляют опубликованные Е.П. Кононовой материалы по варибельности пяти подполей поля 47 коры лобной области мозга, которое предопределяет индивидуальные особенности характера, привычки и врожденные наклонности человека. Индивидуальная изменчивость этих подполей невероятно высока и достигает 1400% [5, с. 158].

Елизавета Пигасиевна была крупнейшим специалистом по морфологии ствола головного мозга. Под ее руководством в Институте мозга АМН СССР были проведены исследования структуры ретикулярной формации ствола мозга в филогенезе млекопитающих и онтогенезе человека, что позволило правильно оценить место этой формации в системе анализаторов и ее роль в интегративной деятельности мозга.

Совместно с С.А. Саркисовым, И.Н. Филимоновым, Г.И. Поляковым, Н.С. Преображенской, И.А. Станкевич, Л.А. Кукуевым и другими Е.П. Кононова создавала славу большой советской неврологической школе. В течение многих лет она возглавляла лабораторию архитектоники мозга Института

мозга АМН СССР, которая сыграла важную роль в развитии исследований ЦНС в нашей стране.

Елизавета Пигасиевна была прекрасным педагогом, она отдавала весь свой огромный опыт и знания не только своим ученикам, но и тем, кто приходил к ней проконсультироваться по какому-либо частному вопросу строения мозга. Ее отличала доброжелательность, отзывчивость, готовность, не считаясь со временем, помочь начинающему специалисту в познании сложной науки о мозге, а также в решении любого научного вопроса. Поэтому сотрудники института мозга не удивлялись тому, что с утра и до самого позднего вечера к Елизавете Пигасиевне шли и шли люди с самыми разными проблемами и уходили обогащенные ее огромной эрудицией, вдохновленные ее напутствием.

Е.П. Кононова умерла в 1969 году, в возрасте 89 лет, до последних дней своей жизни, не оставляя научной и консультативной работы.

Те, кому посчастливилось учиться у Е.П. Кононовой или работать под ее руководством, всегда с благодарностью и теплом вспоминали Елизавету Пигасиевну. И в последующих поколениях не должна угаснуть память об этом одаренном ученом и педагоге, первой женщине в России, защитившей докторскую диссертацию на анатомическую тему.

#### Список литературы

1. Алаев А.Н. Женщины-анатомы нашей страны / А.Н. Алаев, С.Н. Касаткин, В.С. Сперанский // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1976. – Т. LXX. – Вып. 4, апрель. – С. 111-116.
2. Боголепов Н.Н. К 110-летию со дня рождения Е.П. Кононовой / Н.Н. Боголепов, В.В. Амулец, И.Н. Боголепова // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1991. – Т. 100. – Вып. 4, апрель. – С. 94-95.
3. Брусиловский Л.Я. Кононова Елизавета Пигасиевна / Л.Я. Брусиловский // Большая Медицинская Энциклопедия, издание 2-ое, главный редактор А.Н. Бакулев. – М. : Государственное научное издательство «Большая Советская Энциклопедия», 1959. – Т. 13. – С. 849.
4. Куприянов В.В. Отечественная анатомия на этапах истории / В.В. Куприянов, Г.О. Татевосянц // Москва : Медицина . – 1981. – 320 с.
5. Савельев С.В. Нищета мозга / С.В. Савельев. – М. : Веди, 2014. – 192 с.
6. Сапин М.Р. Морфологи России в XX веке. Кто есть Кто в анатомии, гистологии, эмбриологии / М.Р. Сапин, Г.С. Сатюкова, Э.В. Швецов. – М. : АПП «Джангар», 2001. – 272 с.

## СЕКЦИЯ «НАУКИ О ЗЕМЛЕ»

### ПРИМЕНЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ И ВОДОПОТРЕБИТЕЛЕЙ

*Наговицина Валерия Романовна*

студентка, Нижневартровский государственный университет,  
Россия, г. Нижневартовск

*Козелкова Евгения Николаевна*

доцент, кандидат географических наук, доцент  
Нижневартровский государственный университет, Россия, г. Нижневартовск

Применение картографического метода для создания тематических карт для водопользователей и водопотребителей является необходимым. Так как развитие научно-технического прогресса не стоит на месте, то при помощи ГИС-картографирования мы имеем возможность принимать федеральные, региональные и локальные нормативно-правовые акты по использованию водных ресурсов, для облегчения работы водопользователей и водопотребителей.

*Ключевые слова:* водопользователи, водопотребители, картографический метод, районирование.

Водохозяйственное районирование показывает характерные черты географического расположения водного хозяйства государства, которое необходимо для планирования, развития народного хозяйства. В связи с ростом дефицита воды оценка возможностей любого производства в районе начинается с комплексной оценки водных ресурсов, т.к. оно имеет ключевое значение. Отсюда вытекает, что роль водохозяйственного районирования в системе социально-экономическом и комплексном районировании любой страны [1].

Необходимость такого районирования обеспечивается административным и территориальным делением страны. В нашей стране большинство экономических районов имеют интегральное значение, которое объединяет несколько отраслей хозяйства, но существуют и районы узкоспециализированные, которые ориентированы на использование их естественных ресурсов. В стране давно сложились топливно-энергетические (угольные, нефтяные, газовые) районы, черной и цветной металлургии, химии, сельскохозяйственные районы и в этих районах водное хозяйство выступает посредником между природной средой потребителями воды. Поэтому водохозяйственные районы

можно считать особым видом экономического районирования, которое в то же время является элементом интегрального районирования.

Базой водохозяйственного района является источник водоснабжения с гидротехническими сооружениями, т.е. природная и техническая части водохозяйственного комплекса, а зоной водообеспечения – совмещенная с ними хозяйственно-насыщенная территория. При этом один водный источник может образовывать основу водохозяйственного района, но чаще это несколько водных источников.

Исходя из вышеизложенного, водохозяйственное районирование можно осуществлять по следующим признакам:

1. По тяготению к бассейнам рек;
2. По имеющемуся экономическому административному делению;
3. По характеру применения водных ресурсов;
4. По сформировавшейся структуре водохозяйственных комплексов.

Применение картографического метода для создания тематических карт для водопользователей и водопотребителей является необходимым [2]. Так как развитие научно-технического прогресса не стоит на месте, то при помощи ГИС-картографирования мы имеем возможность принимать федеральные, региональные и локальные нормативно-правовые акты по использованию водных ресурсов, для облегчения работы водопользователей и водопотребителей.

Также картографический метод для водопользователей и водопотребителей дает возможность рассмотреть гидрографические единицы для того или иного бассейнового и подбассейнового уровней, комплекс физико-географических факторов, влияющих на режим и характеристики речного стока (например, климатические, факторы подстилающей поверхности, антропогенные, а также стокоформирующие). Для выполнения количественной оценки ресурсов поверхностных и подземных вод с помощью картографии, осуществляется первоначальная обработка информации для тех или иных работ.

Для анализа обеспечения гидроэкологической безопасности того или иного бассейна страны подготавливается цифровая картографическая основа для тематического картографирования и составляется ряд базовых карт, выполняется анализ ландшафтной изученности территории. С помощью картографического метода можно выполнить концептуальную модель формирования поверхностного стока того или иного бассейна.

Создание цифровых тематических водно-ресурсных и водноэкологических карт на некоторую исследуемую территорию включает выполнение ряда работ, среди которых отдельными этапами можно выделить:

- подготовку цифровой картографической основы для тематического картографирования;
- сбор и обработку исходных данных, отображающих количественные и качественные характеристики природных вод и природно-антропогенные условия их формирования, создание электронных баз данных;
- составление базовых адресных карт;
- составление частных инвентаризационных и оценочных водно-ресурсных и водно-экологических тематических карт.

Актуальность применения геоинформационно-картографического метода в комплексной экодиагностике крупной речной бассейновой системы обусловлена необходимостью обеспечения единства и непрерывности информационной и нормативно-методической поддержки в сфере использования, охраны и управления водными объектами. В основу геоинформационно-картографического обеспечения положены единый методологический подход к созданию карт, объектно-картографическая структура организации пространственных данных, тематический концепт блоков локальных ГИС.

С применением картографического метода можно определить пересечение границ бассейновых округов с границами административных районов, что по итогу даст возможность определить в каких районах округа требуется сов-

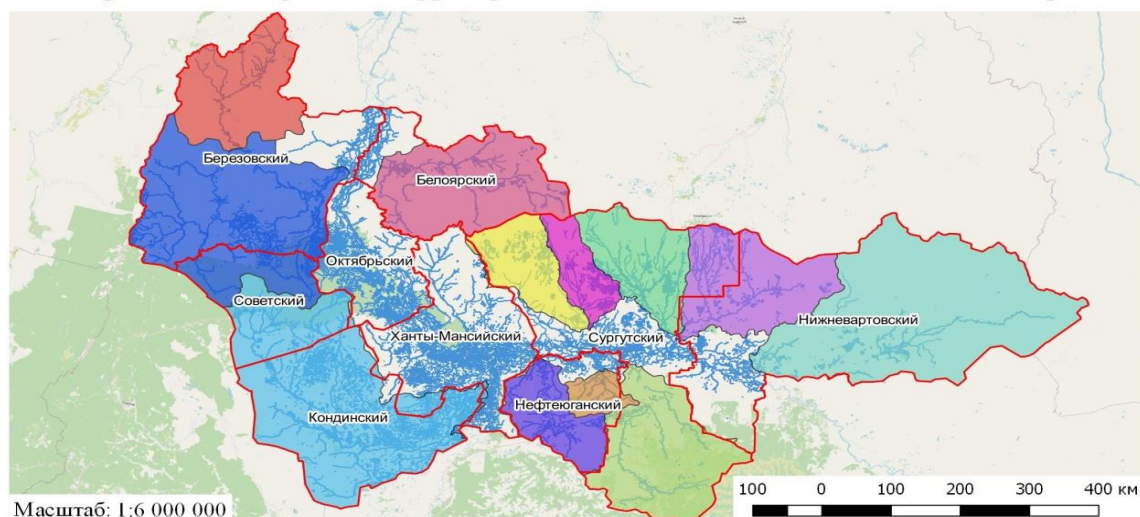
местное создание программ по охране окружающей природной среды и организация совместных мероприятий административных районов по использованию водных ресурсов. Такая карта даст возможность определить сколько предприятий осуществляет свою деятельность в процентном соотношении по площади речного бассейна.

Первоначальный этап районирования – установление факторов районирования, а с ними – и границ районов:

- 1) первым делом учитываются ресурсы поверхностных и подземных вод. Их характер устанавливает масштабы и режим возможного использования;
- 2) далее рассматриваются климатические условия, влияющие на размеры невозвратимого водопотребления, особенно сельским хозяйством;
- 3) далее – хозяйственная специализация района, которая и определяет специфику водохозяйственного комплекса.

На базе стандартных функциональных возможностей ГИС на примере бассейнов рек ХМАО-Югры составлена система оценки и геоинформационно-картографического представления уровня экологически безопасного водопользования, основанная на составлении нами «Карты Административно-территориального и бассейнового деления ХМАО-Югры», которая дает возможность увидеть где и как взаимодействовать административным районам разработать и внедрить локальные нормативные акты по охране водных ресурсов. На основании этих нормативных актов и программ можно произвести площадную оценку запасов поверхностных и подземных вод (в контексте ландшафтно-бассейнового подхода), произвести анализ данных по уровню допустимого и фактического (на базе статотчетности) их изъятия и мониторинге ежегодного водопотребления.

Карта Административно-территориального и бассейнового деления ХМАО-Югры



**Условные обозначения**

Границы районов	Казымский	Сосьвинский	OSM Standard - подложка
Бассейны рек ХМАО	Кондинский	Тромъеганский	
Аганский	Ляминский	Юганский	
Балыкский	Ляпинский	Реки не в м.к.	
Вахский	Пимский	Гидрография	
	Салымский		

Рис. Карта Административно-территориального и бассейнового деления ХМАО-Югры

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что картографический метод является неотъемлемой частью для создания локальных нормативных актов и программ по охране окружающей среды между административными районами ХМАО-Югры.

#### Список литературы

1. Козелкова Е.Н., Кузнецова В.П., Кушанова А.У., Беседина А.О. Оценка влияния хозяйственного использования земель водоохранной зоны реки Обь / Естественные и технические науки. 2019. №6(132). С. 133-137.
2. Kuznetsova V., Kuznetsova E., Kushanova A., Kozelkova E. Analysis of agricultural lands in Nizhnevartovsk based on geo-information mapping В сборнике: 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019 Conference proceedings. Sofia, 2019. С. 697-704.

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДЛИННОСТИ ЯНТАРЯ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

***Перова Светлана Владимировна***

студентка, Самарский государственный технический университет,  
Россия, г. Самара

***Кротова Екатерина Станиславовна***

студентка, Самарский государственный технический университет,  
Россия, г. Самара

***Морозова Елена Александровна***

канд. техн. наук, доцент,  
Самарский государственный технический университет, Россия, г. Самара

Все чаще можно встретить подделки самоцветов и минералов на прилавках. В связи с этим будут рассмотрены доступные методики для определения подлинности янтаря.

*Ключевые слова:* янтарь, копал, экспертиза, проверка, оценка плотности и твердости, смолянистый запах.

Янтарь – окаменелая ископаемая смола хвойных деревьев. Химический состав различный; в литературе приводятся следующие сведения о среднем составе: углерод 78,8%, водород 0,2%, кислород 21% [1]; углерод 78,6%, водород 10,5%, кислород 10,5%, сера 0,4% [2]. Цвет янтаря от молочно-белого, светло-желтого до коричневого с красноватыми оттенками. Чаще всего окраска золотисто-желтая неравномерная. Прозрачность может быть в пределах от прозрачного до непрозрачного, часто в одном образце. Очень редко встречается непрозрачный или прозрачный зеленый янтарь. Янтарь содержит много включений – пузырьки, «дымку», «облачность», остатки растений, насекомых, реже самих насекомых и т.д. Ценятся прозрачные образцы с включением какого-нибудь насекомого. И именно такие искусственно созданные образцы с остатками насекомых или растений наиболее часто выдают за натуральный камень.

Натуральный янтарь часто облагораживают для придания ему более товарного вида. Более красноватый оттенок янтаря получают выпариванием ми-



нерала в меду, более светлый – в растительном масле с добавлением органических красителей. После этих действий его поверхность будет усеяна мелкими трещинами в виде сеточки [1].

Янтарь могут окрашивать или затемнять. С помощью окрашивания можно получить зеленый, красный и черный янтарь. Для получения таких образцов используют светлые самоцветы. Прокрашивающее вещество может темнеть, такое украшение лучше не держать долго под прямыми солнечными лучами.

Уже в XIX веке научились изготавливать имитацию природного янтаря при помощи прессования мелкой янтарной крошки в вакууме при температуре 200-250° С. Такой самоцвет носит название «амброид». По внешнему виду амброид очень похож на натуральный янтарь, но отличить их друг от друга совсем несложно. Натуральный янтарь всегда имеет плавные переходы оттенков, что доказывает его однородность. У амброида же окраска по всей толщине неравномерная, имеются резкие переходы матовых частичек в прозрачные.

Еще одно отличие натурального камня от искусственного – наличие пузырьков воздуха в его толще. Однако в натуральном виде пузырьки всегда имеют идеальную шарообразную форму. У искусственного же они могут быть вытянутыми [2].

Цель научной работы: провести экспертизу 4 украшений со вставками из янтаря и коллекционный образец, заявленный как янтарь и проверить на подлинность.

Не каждое украшение можно проверить всеми способами, так как янтарь вставлен в ювелирное украшение и в изделии присутствует металл. Однако, даже несколько проведенных опытов позволяют выявить настоящий янтарь.

Рассмотрим основные методы определения подлинности натурального янтаря.

**Метод соляного раствора.** Средняя плотность янтаря составляет 1,08 г/см<sup>3</sup>, поэтому он будет плавать в соляном растворе концентрацией

10 чайных ложек поваренной соли на 250 мл воды. Если необходимо исследовать крупные изделия, то эти количества надо соответственно увеличить. Большинство пластмасс имеет более высокую плотность, чем янтарь, поэтому они затонут. Затем изделия следует промыть в воде, чтобы на них не образовалась соляная корка. Этот метод не следует применять для диагностики изделий сильно трещиноватой поверхностью, поскольку соляной раствор может проникнуть в трещины, что ускорит дальнейшее разрушение таких изделий. Метод соляного раствора не позволяет установить различие между янтарем (плотность  $1,08 \text{ г/см}^3$ ) более молодыми природными смолами, объединенными под общим названием «копал». Метод не применим при наличии в изделии металлических деталей. В эксперименте участвовали бусы (рис. 1) и коллекционные образцы (рис. 2). Все образцы прошли проверку: они всплыли, что и указывает на натуральность камня.



Рис. 1. Бусы из янтаря

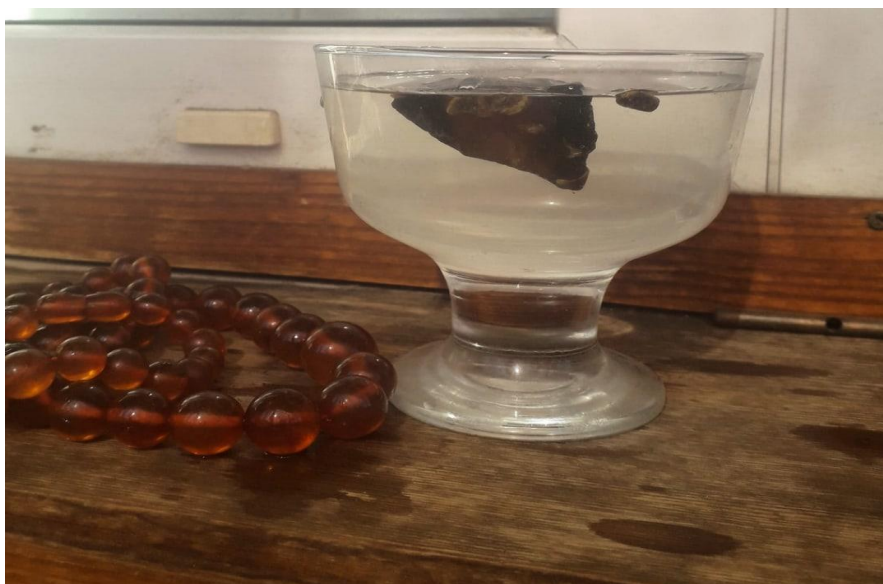


Рис. 2. Коллекционный образец

**Сжигание янтаря.** Так как янтарь – это смола, то при сжигании янтарь будет выделять специфический запах канифоли, однако разный янтарь имеет различия в оттенках запаха. Все разновидности янтаря объединяет приятный, слегка кисловатый смолянистый аромат. После отведения пламени камень будет интенсивно гореть, источая черный дым. Копал будет источать целую гамму ароматов: от лекарств до цветов (зависит от происхождения смолы). Подделки из полистирола плавятся, а если и загораются, то источают неприятный едкий запах. Анализ проводился на трех образцах. Два из них имеют запах смолы, последний же обладал запахом лекарства, что свойственно копалу.

**Устойчивость поверхности растворителям.** Поверхность копала (каури, даммара и т.п.) слегка растворяется, если на нее на одну минуту поместить каплю этилового спирта (надо выбрать незаметное место). Поверхность становится липкой, часто на этом месте можно оставить отпечаток пальца. При этом выделяется сильный ароматический запах, после высыхания спирта может появиться белое пятно. Этот метод можно применять, чтобы отличить янтарь от более молодых природных смол.

**Определение твердости.** Для реализации указанного метода использовались эталонные минералы шкалы Мооса. Янтарь- материал органического

происхождения с низким значениям твердости. На основе проведенных экспериментов, установлено, что все образцы при царапании имеют значение 2-3 по шкале Мооса.

Очень эффективный метод выявления имитаций янтаря – провести лезвием ножа или бритвы по поверхности на незаметном месте изделия. Если лезвие не очень острое, то янтарь и копал дают мелкую крошку, имитации из пластмассы – закрученную стружку. Большинство ископаемых смол в отличие от синтетических материалов, легко истирается в порошок. Опыт проводился на всех образцах. Подлинность подтвердилась.

**Электризуемость.** Если натуральный минерал потереть о шерстяную ткань, он наэлектризуется и начнет притягивать к себе кусочки бумаги, пыль и т.п. [1] Проверку на подлинность прошли все образцы.

Описанными способами была проведена экспертиза 4 изделий с янтарем и одного коллекционного образца. Опят с сжиганием показал, что выделяющийся запах характерен для копала, а не для янтаря.

#### **Список литературы**

1. Фракей, Э. Янтарь [Текст] / Э. Фракей ; пер. с англ. Н. Е. Суторминой ; под ред. [и с предисл.] Е. Я. Киевленко. – М. : Мир, 1990. – С.164-167 с.
2. Айлова Г.Н., Васильева М.П., Петренко И.А., Рыженко Г.Н. Товароведение и экспертиза металлохозяйственных и ювелирных товаров. – СПб.: Питер, 2005. -304 с.

СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»  
МЕТАЛЛ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

*Лапина Виктория Евгеньевна*

магистрант первого курса,  
Ярославский государственный технический университет,  
Россия, г. Ярославль

*Личак Наталия Алексеевна*

профессор кафедры «Гуманитарные науки», доктор культурологии, доцент,  
Ярославский государственный технический университет,  
Россия, г. Ярославль

В статье рассматриваются направления использования металла в современной архитектуре, значение эстетического и технического формирования которого постоянно переосмысливается. Важнейшими конструкционными материалами современной архитектуры являются сталь и алюминий. Они применяются для несущих и ограждающих конструкций в промышленных и гражданских зданиях и сооружениях, как отделочный и декоративный материал. Современное видение металла – это не только развитие технологий, но и трансформация эстетического видения, которые показывают кардинальное изменение восприятия действительности.

*Ключевые слова:* строительный материал, декоративный материал, каркасные конструкции, восприятие, трансформация.

Металл как достаточно прочный материал всегда служил человеку в защитных и оберегающих целях. Вместе с тем появление железных прокатных балок и ферм, ставших незаменимыми для перекрытия больших пролетов, было продиктовано активным промышленным и гражданским строительством. Металл стал ключевым фактором развития архитектурной формы, т.к. впоследствии позволил удерживать различные плоскости, трансформировать внутреннее пространство зданий.

Самым грандиозным примером новых форм и масштабов в строительстве из металла и стекла являлся Хрустальный дворец британца Дж. Пэкстона, возведенного в 1851 г. (рис. 1). Так металл стал любимым материалом художников и архитекторов. Классическим примером нового применения металла стали металлические ограждения входов в парижском метро Г.Гимара. Орга-

ничное соединение стекла, металла и изящная декоративность в работе бельгийского архитектора В.Орта способствовали формированию неповторимого стиля эпохи модерна (рис. 2).



Рис. 1. Хрустальный дворец (арх. Джозеф Пэкстон) [6]



Рис. 2. Ограждение входа в парижское метро (арх. Виктор Орта) [2, с. 5]

Опираясь на давние традиции, современная архитектура широко использует «эстетические богатства цветовой и фактурной гаммы меди и медных сплавов в архитектурных деталях, осветительной арматуре, и в произведениях монументального и декоративного искусства» [1] несмотря на то, что они в качестве конструкционного материала, как правило, не используются.

Черные металлы (например, сталь) применяются в каркасных конструкциях при сооружении таких объектов как спортивные залы, крытые рынки, театрально-зрелищные центры, торговые залы магазинов и т.д. Стоимость таких сооружений ниже, монтаж производится быстрее.

Многие запросы в современной архитектуре позволяет удовлетворить именно металл. Он не только отвечает эстетическим и техническим потребностям неомодернизма и деконструктивизма, но и содержит все возможности развития в контексте нарастания эклектических тенденций постмодернизма. При относительной стабильности структуры современная городская среда непрерывно меняется, здания и их внешние элементы постоянно трансформируются. Именно металл допускает максимум разнообразия в рамках такой ва-

риативно-эkleктичной среды, многофункциональности и наполнения разными смыслами. Он формирует особое пространство, которое каждый понимает по-своему, при этом не разрушая традиционности ощущений стабильности, структурности и прочности.

Металлический каркас – это не только возведение гигантских пространств. Это новая тенденция в создании переходных зон, принадлежащих одновременно и городу и зданию, – открытых, полузакрытых и крытых атриумов, формирующих небывалую общественно-функциональную и объемно-пространственную среду в интерпретации промежуточного пространства, которые способствуют релаксации и приятному неспешному времяпрепровождению и определяют характер коммуникации жителей города, организуют поведение человека без ощущения ограничения и замкнутости. Формирование сугубо индивидуальной среды обитания современного человека – создание мансард, пентхаусов, крытых патио, в которых ажурная сетка из металла удерживает внешнее пространство от вторжения в личный мир – и формирует территорию, являясь достаточно распространённой тенденцией в жилищном строительстве.

Разнонаправленность и беспорядочность реальности вынуждает людей создавать металлическую архитектуру в качестве эмоционального ориентира, который может сочетать в себе как чувство стабильности, взвешенности и уверенности, так и определенной вариативности, ассоциативности, условности, и непринужденной игры материалов.

Современный металл изменчив до некоего подобия агрегатных состояний вещества. Жесткий, холодный, зеркально-полированный, гладкий он в современных архитектурных постройках может неожиданно стать текучим, матовым, рельефным и динамичным. И только автор волен выбирать форму, чтобы донести свою идею.

Архитекторы Эрик ван Эгераат (рис. 3), Фрэнк Гэри (рис. 4) и Даниэль Либескинд (рис. 5) используют новейшие сплавы титана и цинка, на которых мелкие повреждения на поверхности затягиваются самопроизвольно благо-

даря образованию матовой серебристой патины, в результате чего поверхность выглядит гладкой, отполированной. Однако металл у Эрика Оуэна Мосса, архитектора-деконструктивиста, звучит агрессивно и мрачно, подчеркивает общую суровость эстетики, а использование черной окраски и вовсе превращает здание в тяжеловесную глыбу (рис. 6).



Рис. 3. Офис банка ING в Будапеште (арх. Э. ван Эгераат) [1]



Рис. 4. Музей Гуггенхайма в Бильбао (арх. Фрэнк Гэри) [3]

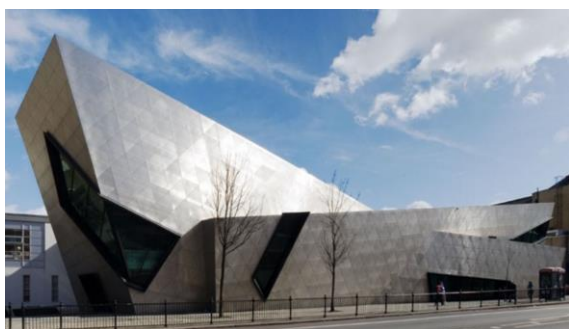


Рис. 5. Здание Metropolitan University в Лондоне (арх. Даниэль Либескинд) [4]

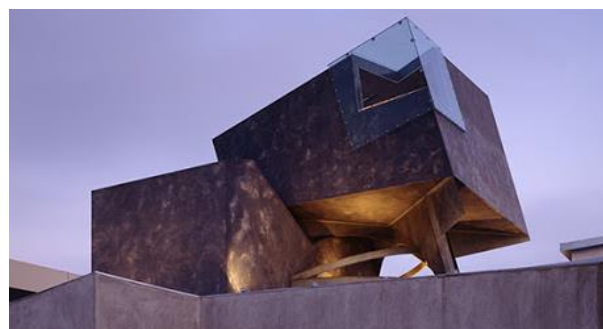


Рис. 6. Здание «Вох» в Лос-Анджелесе (арх. Эрик Оуэн Мосс) [5]

Подводя итог, следует отметить, что металл в современной архитектуре востребован. Данная многоаспектная палитра важна для архитекторов, в какой бы творческой манере они ни работали с его вариативностью, разнообразием фактур и состояний, неожиданностью новых воплощений при одновременной возможности традиционного использования в качестве простого каркаса с балками и фермами. Металл многолик. Как творчески активный материал, он утверждает плюралистическую терпимость к сочетаниям разного в одном и веру в бесконечность изменчивости и перевоплощения существующего. Следовательно, в будущем его ждут новые неожиданное переосмысление и новая трансформация.



### Список литературы

1. Использование металла в строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trastcomp.ru/ispolzovanie-metalla-v-stroitelstve/>(дата обращения: 30.04.2020).
2. Мардер А.П. Металл в архитектуре. М.: Стройиздат, 1980. 232 с.
3. Музей Гуггенхайма в Бильбао [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://archi.ru/projects/world/4860/muzei-guggenkhaima-v-bilbao> (дата обращения: 30.04.2020).
4. Наш человек в будущем. Даниэль Либескинд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://artterritory.com/ru/arhitektura\\_dizain--moda/intervju/23069-nash\\_celovek\\_v\\_buduschem.\\_daniel\\_libeskind/](https://artterritory.com/ru/arhitektura_dizain--moda/intervju/23069-nash_celovek_v_buduschem._daniel_libeskind/)///(дата обращения: 30.04.2020).
5. Новоковский К. Металлоконструкции в строительстве. Строительные конструкции зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://maistro.ru/articles/stroitelnyj-konstrukcii/metallokonstrukcii-v-stroitelstve> (дата обращения: 30.04.2020).
6. Хрустальный дворец СНОИЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/collections/card/5b9124202dcf8e00b98726b5/>(дата обращения: 30.04.2020).