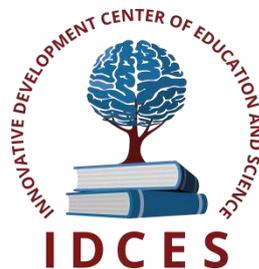


**ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
**INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE**



**Перспективы развития современных  
математических и естественных наук**

**Выпуск VII**

**Сборник научных трудов по итогам  
международной научно-практической конференции  
(11 декабря 2020 г.)**

**г. Воронеж**

**2020 г.**

**Издатель Инновационный центр развития образования и науки  
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород**

УДК 50(06)  
ББК 2я43

**Перспективы развития современных математических и естественных наук./**  
Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции.  
№ 7. г. Воронеж, 2020 г. 40 с.

**Редакционная коллегия:**

кандидат биологических наук Благодатнова Анастасия Геннадьевна (г. Новосибирск), кандидат биологических наук Войтка Дмитрий Владимирович (аг. Прилуки), кандидат физико-математических наук, доцент Казьмин Игорь Александрович (г. Ростов-на-Дону), кандидат физико-математических наук, доцент Кайракбаев Аят Крымович (г. Актобе), доктор физико-математических наук, профессор Каленский Александр Васильевич, кандидат биологических наук, доцент Корж Александр Павлович (г. Запорожье), кандидат физико-математических наук Лапушкин Георгий Иванович (г. Долгопрудный), доктор биологических наук Ларионов Максим Викторович (г. Балашов), доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН Лебедев Владимир Ильич (г. Кызыл), доктор биологических наук, профессор Лесовская Марина Игоревна (г. Красноярск), кандидат физико-математических наук, доцент Ловягин Юрий Никитич (г. Санкт-Петербург), кандидат физико-математических наук, член-корреспондент Американского института Аэронавтики и Астронавтики (АИАА) Лукин Александр Николаевич (г. Туапсе), кандидат биологических наук Малыгина Наталья Владимировна (г. Екатеринбург), кандидат физико-математических наук Матвеева Юлия Васильевна (г. Саратов), кандидат биологических наук Мошкина Светлана Владимировна (г. Орел), доктор химических наук, профессор Назарбекова Сауле Полатовна (г. Шымкент), доктор биологических наук, профессор Нурбаев Серик Долдашевич (г. Алматы), доктор биологических наук, профессор Околелова Алла Ароновна (г. Волгоград), кандидат физико-математических наук, доцент Седова Наталия Викторовна (г. Тамбов), кандидат биологических наук, профессор РАН Соловьева Анна Геннадьевна (г. Нижний Новгород), кандидат химических наук Туманов Владимир Евгеньевич (г. Черноголовка), кандидат физико-математических наук, доцент Чочиев Тимофей Захарович (г. Владикавказ), кандидат химических наук, профессор Шпейзер Григорий Моисеевич (г. Иркутск).

В сборнике научных трудов по итогам VII Международной научно-практической конференции «**Перспективы развития современных математических и естественных наук**» г. Воронеж представлены научные статьи, тезисы, сообщения аспирантов, соискателей ученых степеней, научных сотрудников, докторантов, преподавателей ВУЗов, студентов, практикующих специалистов в области естественных и математических наук Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Статьи, принятые к публикации, размещаются в полнотекстовом формате на сайте eLIBRARY.RU.

© ИЦРОН, 2020 г.  
© Коллектив авторов

## Оглавление

<b>МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)</b> .....	9
<b>СЕКЦИЯ №1.</b>	
<b>ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)</b> .....	9
<b>СЕКЦИЯ №2.</b>	
<b>ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И</b> <b>ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.02)</b> .....	9
СИНГУЛЯРНЫЙ ИНТЕГРИРУЮЩИЙ МНОЖИТЕЛЬ И ПЕРВЫЙ ИНТЕГРАЛ КУБИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ Алексеев А.А. ....	9
<b>СЕКЦИЯ №3.</b>	
<b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.03)</b> .....	14
<b>СЕКЦИЯ №4.</b>	
<b>ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.04)</b> .....	15
<b>СЕКЦИЯ №5.</b>	
<b>ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.05)</b> .....	15
<b>СЕКЦИЯ №6.</b>	
<b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06)</b> .....	15
<b>СЕКЦИЯ №7.</b>	
<b>ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)</b> .....	15
РЕШЕНИЕ СМЕШАННОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЛАПЛАСА Бааж О. ....	15
<b>СЕКЦИЯ №8.</b>	
<b>ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.09)</b> .....	17
<b>МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.00)</b> .....	17
<b>СЕКЦИЯ №9.</b>	
<b>ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.01)</b> .....	17
<b>СЕКЦИЯ №10.</b>	
<b>МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.04)</b> .....	17
<b>СЕКЦИЯ №11.</b>	
<b>МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.05)</b> .....	17
<b>СЕКЦИЯ №12.</b>	
<b>ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.06)</b> .....	17
<b>СЕКЦИЯ №13.</b>	
<b>БИОМЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.08)</b> .....	17
<b>АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.00)</b> .....	17
<b>СЕКЦИЯ №14.</b>	
<b>АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01)</b> .....	17

<b>СЕКЦИЯ №15.</b>	
<b>АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.02)</b> ..	17
<b>СЕКЦИЯ №16.</b>	
<b>ФИЗИКА СОЛНЦА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.03)</b> .....	17
<b>СЕКЦИЯ №17.</b>	
<b>ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.04)</b> .....	17
<b>ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.00)</b> .....	17
<b>СЕКЦИЯ №18.</b>	
<b>ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.01)</b> .....	18
<b>СЕКЦИЯ №19.</b>	
<b>ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.02)</b> .....	18
<b>СЕКЦИЯ №20.</b>	
<b>РАДИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.03)</b> .....	18
<b>СЕКЦИЯ №21.</b>	
<b>ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.04)</b> .....	18
<b>СЕКЦИЯ №22.</b>	
<b>ОПТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.05)</b> .....	18
<b>СЕКЦИЯ №23.</b>	
<b>АКУСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.06)</b> .....	18
<b>СЕКЦИЯ №24.</b>	
<b>ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ</b>	
<b>01.04.07)</b> .....	18
<b>СЕКЦИЯ №25.</b>	
<b>ФИЗИКА ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.08)</b> .....	18
<b>СЕКЦИЯ №26.</b>	
<b>ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.09)</b> .....	18
<b>СЕКЦИЯ №27.</b>	
<b>ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.10)</b> .....	18
<b>СЕКЦИЯ №28.</b>	
<b>ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11)</b> .....	18
<b>СЕКЦИЯ №29.</b>	
<b>ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13)</b> .....	18
<b>СЕКЦИЯ №30.</b>	
<b>ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.14)</b> .....	18
<b>СЕКЦИЯ №31.</b>	
<b>ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР,</b>	
<b>АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.15)</b> .....	19
<b>СЕКЦИЯ №32.</b>	
<b>ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.16)</b> .....	19

<b>СЕКЦИЯ №33.</b>	
<b>ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.17)</b>	19
<b>СЕКЦИЯ №34.</b>	
<b>КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.18)</b>	19
<b>СЕКЦИЯ №35.</b>	
<b>ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.20)</b>	19
<b>СЕКЦИЯ №36.</b>	
<b>ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.21)</b>	19
<b>СЕКЦИЯ №37.</b>	
<b>ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.23)</b>	19
<b>ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.00)</b>	19
<b>СЕКЦИЯ №38.</b>	
<b>НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.01)</b>	19
<b>СЕКЦИЯ №39.</b>	
<b>АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.02)</b>	19
ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОБАЛЬТА (II) С 2- (ПИПЕРИДИНОМЕТИЛ)-4-МЕТИЛ -6(3-МЕТИЛЦИКЛОГЕКСИЛ)ФЕНОЛОМ Залов А.З. <sup>1</sup> , Расулов Ч.К. <sup>2</sup> , Кулиев К.А. <sup>1</sup> , Ибрагимов Г.И. <sup>1</sup> , Г.А. Гусейнова <sup>1</sup>	19
<b>СЕКЦИЯ №40.</b>	
<b>ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.03)</b>	22
<b>СЕКЦИЯ №41.</b>	
<b>ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.04)</b>	23
КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО СКЕЛЕТНОГО НИКЕЛЯ В РЕАКЦИИ ЖИДКОФАЗНОЙ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ ДИЭТИЛОВОГО ЭФИРА МАЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕГО СМЕСИ С 4-НИТРОТОЛУОЛОМ Осадчая Т.Ю., Афинеевский А.В., Прозоров Д.А.	23
<b>СЕКЦИЯ №42.</b>	
<b>ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05)</b>	25
<b>СЕКЦИЯ №43.</b>	
<b>ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06)</b>	25
<b>СЕКЦИЯ №44.</b>	
<b>ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.08)</b>	25
<b>СЕКЦИЯ №45.</b>	
<b>ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.09)</b>	26
<b>СЕКЦИЯ №46.</b>	
<b>БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.10)</b>	26
<b>СЕКЦИЯ №47.</b>	
<b>КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.11)</b>	26
<b>СЕКЦИЯ №48.</b>	
<b>БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.12)</b>	26

<b>СЕКЦИЯ №49.</b>	
<b>НЕФТЕХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.13)</b> .....	26
<b>ФРАКЦИЯ C<sub>5</sub> ПИРОЛИЗА БЕНЗИНА – ИСХОДНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК</b>	
Алекперова И.И., Агамалиев З.З., Нагиева М.В., Расулов Ч.К. ....	26
<b>СЕКЦИЯ №50.</b>	
<b>РАДИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.14)</b> .....	28
<b>СЕКЦИЯ №51.</b>	
<b>КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.15)</b> .....	28
<b>СЕКЦИЯ №52.</b>	
<b>МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.16)</b> .....	29
<b>СЕКЦИЯ №53.</b>	
<b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.17)</b> .....	29
<b>СЕКЦИЯ №54.</b>	
<b>ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.21)</b> .....	29
<b>БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.00.00)</b> .....	29
<b>ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00)</b> .....	29
<b>СЕКЦИЯ №55.</b>	
<b>РАДИОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.01)</b> .....	29
<b>СЕКЦИЯ №56.</b>	
<b>БИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.02)</b> .....	29
<b>СЕКЦИЯ №57.</b>	
<b>МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.03)</b> .....	29
<b>СЕКЦИЯ №58.</b>	
<b>БИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.04)</b> .....	29
<b>СЕКЦИЯ №59.</b>	
<b>ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)</b> .....	29
<b>СЕКЦИЯ №60.</b>	
<b>БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06)</b> .....	29
<b>СЕКЦИЯ №61.</b>	
<b>МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07)</b> .....	29
<b>СЕКЦИЯ №62.</b>	
<b>БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08)</b> .....	29
<b>СЕКЦИЯ №63.</b>	
<b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09)</b> .....	30
<b>ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.00)</b> .....	30
<b>СЕКЦИЯ № 64</b>	
<b>БОТАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.01)</b> .....	30
<b>СЕКЦИЯ №65.</b>	
<b>ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02)</b> .....	30

<b>СЕКЦИЯ №66.</b>	
<b>МИКРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.03)</b> .....	30
<b>СЕКЦИЯ №67.</b>	
<b>ЗООЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.04)</b> .....	30
<b>СЕКЦИЯ №68.</b>	
<b>ЭНТОМОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.05)</b> .....	30
<b>СЕКЦИЯ №69.</b>	
<b>ИХТИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.06)</b> .....	30
<b>СЕКЦИЯ №70.</b>	
<b>ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.07)</b> .....	30
<b>СЕКЦИЯ №71.</b>	
<b>ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.08)</b> .....	30
<b>АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ</b> <b>СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ</b>	
Божко С.Н., Краснякова В.С. ....	30
<b>СЕКЦИЯ №72.</b>	
<b>БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09)</b> .....	33
<b>СЕКЦИЯ №73.</b>	
<b>ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)</b> .....	34
<b>СЕКЦИЯ №74.</b>	
<b>ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11)</b> .....	34
<b>СЕКЦИЯ №75.</b>	
<b>МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)</b> .....	34
<b>СЕКЦИЯ №76.</b>	
<b>ПОЧВОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.13)</b> .....	34
<b>СЕКЦИЯ №77.</b>	
<b>БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14)</b> .....	34
<b>ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00)</b> .....	34
<b>СЕКЦИЯ №78.</b>	
<b>ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)</b> .....	34
<b>ВЛИЯНИЕ У ЖЕНЩИН МАССЫ ТЕЛА НА КИНЕМАТИКУ ПРЫЖКА</b>	
Каримова Л.Р., Кожевников В.И. ....	34
<b>СЕКЦИЯ №79.</b>	
<b>АНТРОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.02)</b> .....	37
<b>СЕКЦИЯ №80.</b>	
<b>ИММУНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.03)</b> .....	37
<b>СЕКЦИЯ №81.</b>	
<b>КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.04)</b> .....	37
<b>СЕКЦИЯ №82.</b>	
<b>БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.05)</b> .....	37
<b>СЕКЦИЯ №83.</b>	
<b>НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06)</b> .....	37
<b>ГЕОГРАФИЯ</b> .....	37

<b>СЕКЦИЯ №84.</b>	
<b>ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.23).....</b>	<b>37</b>
<b>СЕКЦИЯ №85.</b>	
<b>ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.24).....</b>	<b>37</b>
<b>СЕКЦИЯ №86.</b>	
<b>ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25).....</b>	<b>37</b>
<b>ГЕОЛОГИЯ .....</b>	<b>37</b>
<b>СЕКЦИЯ №88.</b>	
<b>РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ .....</b>	<b>37</b>
<b>ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2020 ГОД.....</b>	<b>38</b>

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.00.00)

МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)

СЕКЦИЯ №1.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)

СЕКЦИЯ №2.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И  
ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.02)

СИНГУЛЯРНЫЙ ИНТЕГРИРУЮЩИЙ МНОЖИТЕЛЬ И ПЕРВЫЙ ИНТЕГРАЛ КУБИЧЕСКОЙ  
СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Алексеев А.А.

Нижегородский государственный научно-исследовательский университет имени Н.И. Лобачевского.

Аннотация

Изучаются двумерные автономные системы дифференциальных уравнений с правыми частями в виде полиномов третьей степени, имеющие пару пересекающихся интегральных прямых, действительных, или мнимых, допускающие интегрирующий множитель, сингулярный вдоль этих прямых. Построен первый интеграл, установлено отсутствие предельных циклов у таких систем и исследуются их состояния равновесия.

**Ключевые слова:** динамические системы, интегрирующий множитель, первый интеграл, предельные циклы, бифуркации.

В работе рассматривается система дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \sum_{j+k=0}^3 a_{jk}x^jy^k \equiv P(x,y) \\ \frac{dy}{dt} = \sum_{j+k=0}^3 b_{jk}x^jy^k \equiv Q(x,y) \end{cases}, \quad (1)$$

допускающая интегрирующий множитель

$$\mu(x,y) = \exp \left\{ \frac{R(x,y)}{Z(x,y)} \right\}, \quad (2)$$

где  $R(x,y), Z(x,y)$  - полиномы 2-й степени.

Проблема существования первого интеграла и интегрирующего множителя типа Дарбу для аналитических двумерных автономных систем рассматривалась в [4; 7]. В [6] решалась проблема существования у системы (1) с интегрирующим множителем (2) предельных циклов; в [5] доказано, что система (1) с интегрирующим множителем (2) не имеет предельных циклов на фазовой плоскости. В [1-3] получены необходимые и достаточные условия наличия у системы, правые части которой есть полиномы 3-й степени, интегрирующего множителя вида (2). При этом задача существования интегрирующего множителя решалась для случая, когда уравнение

$$Z(x,y) \equiv Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + 2Dx + 2Ey + F = 0 \quad (3)$$

определяло кривую 2-го порядка. В настоящей работе изучается система (1) с интегрирующим множителем (2) при условии, что уравнение (3) определяет пару пересекающихся прямых, действительных или мнимых.

Поскольку система (1) инвариантна относительно любой линейной невырожденной замены неизвестных функций, то уравнение кривой (3) в рассматриваемом случае может быть приведено с помощью такой замены к виду

$$Z(x, y) \equiv x^2 + ay^2 = 0. \quad (4)$$

При этом соотношение (4) есть частный алгебраический интеграл системы (1), а исследование основывалось на тождествах

$$Z'_x P + Z'_y Q \equiv Z \cdot M; \quad (5)$$

$$R'_x \cdot P + R'_y \cdot Q - R \cdot M \equiv -Z \cdot (P'_x + Q'_y). \quad (6)$$

где  $M(x, y)$  – полином.

В [3] доказана

**Теорема 1.** Система (1) имеет интегрирующий множитель (2), где  $R(x, y)$  – полином 2-й степени, а уравнение  $Z(x, y) = 0$  имеет вид (4), в том и только в том случае, если существует линейная невырожденная замена переменных, приводящая систему (1) к виду:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = a_{30}x^3 + a_{21}x^2y - aa_{30}xy^2 - 2a^2y^3 + a_{20}x^2 - 2ab_{20}xy - \\ \quad -aa_{20}y^2 - ab_{10}y \\ \frac{dy}{dt} = 2x^3 + a_{30}x^2y + (a_{21} + 4a)xy^2 - aa_{30}y^3 + b_{20}x^2 + 2a_{20}xy - \\ \quad -ab_{20}y^2 + b_{10}x \end{cases} \quad (7)$$

При этом полином  $M(x, y)$  имеет вид

$$M(x, y) = 2[a_{30}x^2 + (a_{21} + 2a) - aa_{30}y^2 + a_{20}x - ab_{20}y],$$

а система (7) имеет интегрирующий множитель

$$\mu(x, y) = \exp \left\{ \frac{-2a_{30}xy - (a_{21} + 2a)y^2 - 2b_{20}x - 2a_{20}y - b_{10}}{x^2 + ay^2} \right\} \quad (8)$$

при любом  $a \in \mathbf{R}$ .

Покажем, что система (7) обладает следующими свойствами.

**Теорема 2.** Система (7) имеет первый интеграл

$$(x^2 + ay^2)^2 \exp \left\{ \frac{-2a_{30}xy - (a_{21} + 2a)y^2 - 2b_{20}x - 2a_{20}y - b_{10}}{x^2 + ay^2} \right\} = C. \quad (9)$$

Для доказательства достаточно заметить, что для системы (7) справедливо тождество

$$P'_x + Q'_y \equiv 2M.$$

Отсюда и из тождества (5) следует, что

$$2Z'_x P + 2Z'_y Q \equiv Z(P'_x + Q'_y),$$

или

$$P'_x Z - 2Z'_x P + Q'_y Z - 2Z'_y Q \equiv 0.$$

Следовательно, имеет место тождество

$$\left( \frac{P}{Z^2} \right)'_x + \left( \frac{Q}{Z^2} \right)'_y \equiv 0,$$

которое означает, что функция

$$\mu_1(x, y) = \frac{1}{Z^2(x, y)} \quad (10)$$

является интегрирующим множителем системы (7). Поскольку множители (8) и (10) существенно различны, то соотношение

$$\frac{\mu(x, y)}{\mu_1(x, y)} = C,$$

которое имеет вид (9), есть первый интеграл системы (7).

Теорема доказана.

**Теорема 3.** *Начало координат есть состояние равновесия системы (7) при любых значениях параметров с характеристическим уравнением*

$$\begin{vmatrix} -\lambda & -ab_{10} \\ b_{10} & -\lambda \end{vmatrix} = \lambda^2 + ab_{10}^2 = 0,$$

и является седлом при  $a < 0$ , центром при  $a > 0$ , и сложным при  $a = 0$ .

**Теорема 4.** *Все состояния равновесия системы (7) располагаются либо на кривой*

$$Z(x, y) \equiv x^2 + ay^2 = 0,$$

либо на т.н. кофакторе

$$M(x, y) \equiv 2[a_{30}x^2 + (a_{21} + 2a) - aa_{30}y^2 + a_{20}x - ab_{20}y] = 0.$$

Действительно, поскольку  $Z(x, y)$  и  $M(x, y)$  - полиномы, то из тождества (5)

следует, что если  $P$  и  $Q$  равны нулю в некоторой точке, то в этой точке либо  $Z(x, y) = 0$ , либо  $M(x, y) = 0$ .

**Теорема 5.** *Все простые состояния равновесия системы (7), лежащие на действительной кривой  $Z(x, y) = 0$ , отличные от  $O(0,0)$ , есть либо узлы, либо седла.*

Действительно, если  $(x_0, y_0)$  – состояние равновесия системы (7) такое, что  $Z(x_0, y_0) = 0$ , то к нему примыкает интегральная кривая  $Z(x, y) = 0$ , поэтому  $(x_0, y_0)$  не может быть фокусом или центром.

**Теорема 6.** *Если  $(x_0, y_0)$  – простое состояние равновесия системы (7), лежащее на кофакторе  $M(x, y) = 0$  и  $Z(x_0, y_0) \neq 0$ , то  $(x_0, y_0)$  может быть либо центром, либо седлом.*

Действительно, поскольку выполняется тождество (6) и  $P, Q, M$  равны нулю в некоторой точке  $(x_0, y_0)$  а  $Z(x_0, y_0) \neq 0$ , то  $P'_x + Q'_y \neq 0$  в точке  $(x_0, y_0)$ . Тогда характеристическое уравнение  $\lambda^2 - (P'_x + Q'_y)\lambda + \Delta = 0$  для точки  $(x_0, y_0)$  будет иметь вид:  $\lambda^2 + \Delta = 0$ . Следовательно, корни характеристического уравнения будут либо чисто мнимыми, либо действительными разных знаков. Поскольку система (7) имеет аналитические интегрирующий множитель и первый интеграл, то состояние равновесия  $(x_0, y_0)$  является либо центром, либо седлом.

**Теорема 7.** *Система (7) в конечной части плоскости может иметь не более девяти состояний равновесия при  $a < 0$ , не более пяти состояний равновесия при  $a > 0$ , и имеет особую линию  $x = 0$  при  $a = 0$ .*

Доказательство. Заметим, что систему (7) можно переписать в виде

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{2}xM(x, y) - ayG(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = \frac{1}{2}yM(x, y) + xG(x, y) \end{cases}$$

где кофактор  $M(x, y) = 2[a_{30}x^2 + (a_{21} + 2a) - aa_{30}y^2 + a_{20}x - ab_{20}y]$ , а

$$G(x, y) = 2x^2 + 2ay^2 + b_{20}x + a_{20}y + b_{10}.$$

Тогда состояния равновесия системы (7) можно найти из системы уравнений

$$\begin{cases} xM(x, y) - 2ayG(x, y) = 0 \\ yM(x, y) + 2xG(x, y) = 0 \end{cases} \quad (11)$$

Определитель этой системы, линейной относительно  $M$  и  $G$ , имеет вид:

$$\begin{vmatrix} x & -2ay \\ y & 2x \end{vmatrix} = 2(x^2 + ay^2).$$

Могут представиться две возможности:

1).  $x^2 + ay^2 \neq 0$  (состояния равновесия – на кофакторе). Тогда система (11) имеет не более четырех решений (как число точек пересечения двух кривых 2-го порядка  $M(x, y) = 0$  и  $G(x, y) = 0$ ).

2).  $x^2 + ay^2 = 0, a < 0$  (состояния равновесия на кривой  $Z(x, y) = 0$ ). Имеем систему уравнений

$$\begin{cases} x^2 + ay^2 = 0 \\ x^2(a_{20} + a_{30}x + a_{21}y) - ay(b_{10} + 2b_{20}x + a_{20}y + a_{30}xy + 2ay^2) = 0 \end{cases} \quad (12)$$

Выражая из первого уравнения  $x$  через  $y$  и подставляя во второе, получим два кубических уравнения, одним из корней которых является  $y = 0$ . Следовательно, в рассматриваемом случае получаем не более четырех решений системы (12) и (кроме точки  $O(0,0)$ ). Система (7) имеет на кривой  $Z(x, y) = 0$  не более пяти состояний равновесия.

Таким образом, система (7) может иметь не более девяти состояний равновесия при  $a < 0$ , и не более пяти состояний равновесия при  $a > 0$ .

При  $a = 0$  система (7) принимает вид

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = x^2(a_{30}x + a_{21}y + a_{20}) \\ \frac{dy}{dt} = x(2x^2 + a_{30}xy + a_{21}y^2 + b_{20}x + 2a_{20}y + b_{10}) \end{cases},$$

имеет особую линию  $x = 0$ , и ее состояния равновесия находятся из системы уравнений:

$$\begin{cases} x(a_{30}x + a_{21}y + a_{20}) = 0 \\ 2x^2 + a_{30}xy + a_{21}y^2 + b_{20}x + 2a_{20}y + b_{10} = 0 \end{cases}.$$

Поэтому система (7) может иметь не более трех состояний равновесия на прямой  $x = 0$  (включая начало координат), и не более двух состояний равновесия вне этой прямой. Всего при  $a = 0$  система (7) может иметь не более пяти состояний равновесия.

Теорема доказана.

Правые части системы (7) с интегрирующим множителем (8) содержат пять параметров. Но только для одного из них можно без дополнительных вычислений указать бифуркационное значение. А именно, при переходе параметра  $a$  через значение  $a = 0$  происходит изменение интегральной кривой  $Z(x, y) = 0$ , а, следовательно, и изменение топологической структуры системы (7). Пара действительных пересекающихся прямых при  $a < 0$  сливается при  $a = 0$  и становится парой мнимых прямых при  $a > 0$ . Значение  $a = 0$  является бифуркационным для системы (7).

В качестве примера рассмотрим систему

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -x^3 + x^2y + axy^2 - 2a^2y^3 + 3x^2 - 4axy - 3ay^2 - \frac{1}{2}ay \\ \frac{dy}{dt} = 2x^3 - x^2y + (1 + 4a)xy^2 + ay^3 + 2x^2 + 6xy - 2ay^2 + \frac{1}{2}x \end{cases}, \quad (13)$$

которая получается из (7) при  $a_{30} = -1, a_{21} = 1, a_{20} = 3, b_{20} = 2, b_{10} = \frac{1}{2}$ .

Можно построить фазовые портреты системы (13) при различных значениях параметра  $a$  с помощью программы WinSet [8]. При этом система (13) имеет:

а) девять состояний равновесия при  $a = -1$  (Рис.1):

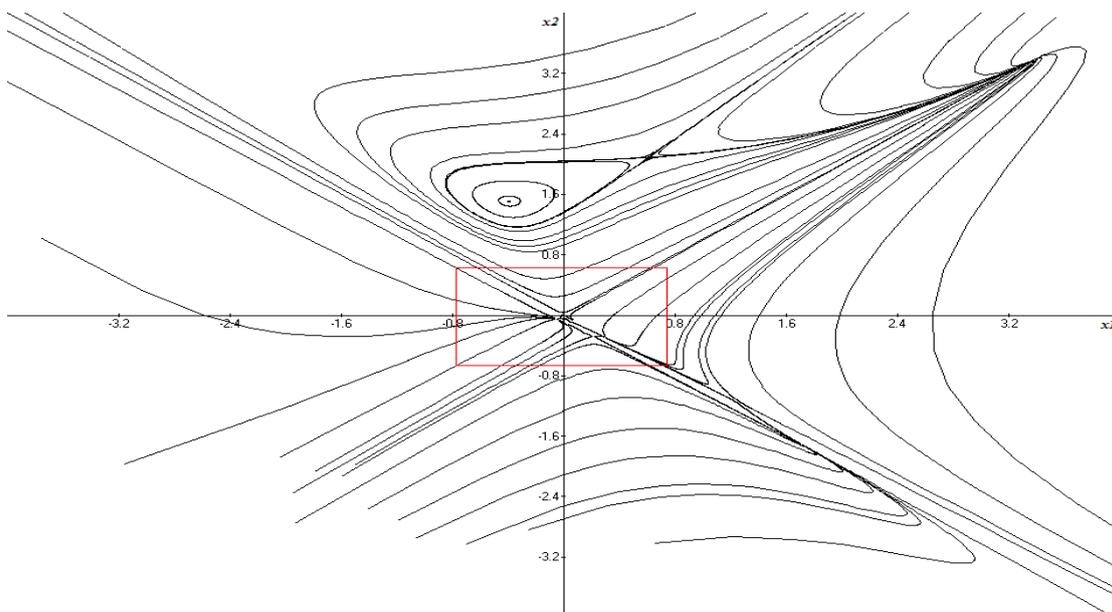


Рис. 1 (выделена окрестность точки  $O(0,0)$  (Рис. 2))

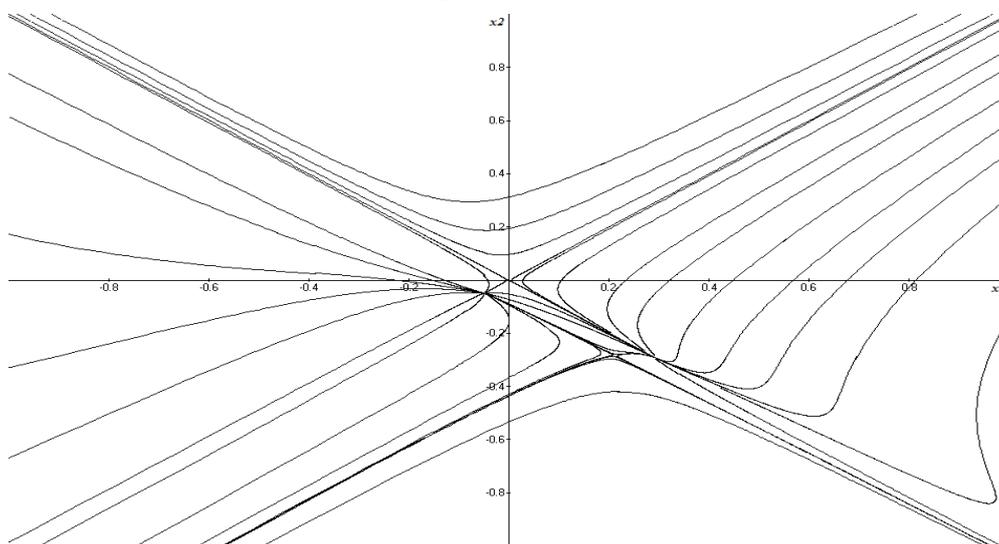


Рис.2 (окрестность точки  $(0; 0)$ )

б). Четыре состояния равновесия при  $a = 0$  (Рис.3):

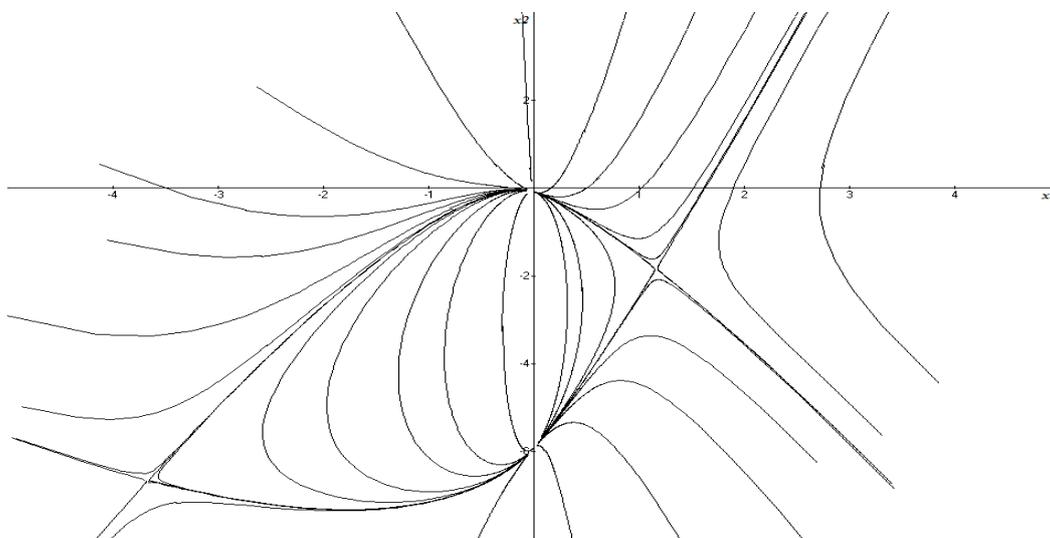


Рис. 3

в). Три состояния равновесия при  $a = 1$  (Рис.4):

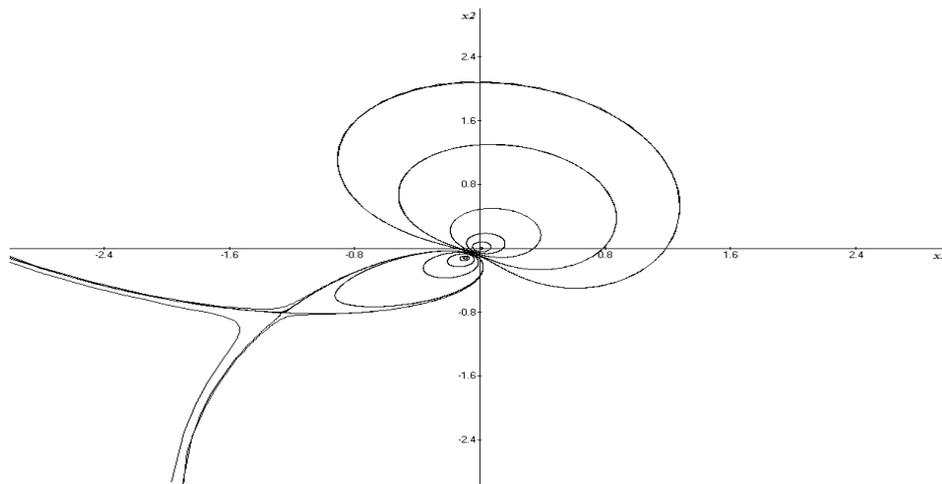


Рис. 4

Бифуркации системы (13) можно наблюдать в динамике, если построить фазовые портреты систем для различных значений параметра  $a$  на промежутке  $[-1; 1]$  с достаточно малым шагом и запустить полученные изображения в режиме «слайд-шоу».

#### Литература.

1. Алексеев А.А. Об одном классе кубических систем дифференциальных уравнений с сингулярным интегрирующим множителем. //Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Нижний Новгород, №1, 2009 г., с. 94-98.
2. Алексеев А.А., Красулина Т.С. О бифуркациях кубической системы дифференциальных уравнений с интегрирующим множителем, сингулярным вдоль распадающейся кривой второго порядка //Деп. в ВИНТИ 18.10.2013 №286-В 2013.
3. Alekseev A. On bifurcations of a system of cubic differential equations with an integrating multiplier singular along a second-order curve// Electronic Journal of Qualitative Theory of Differential Equation 2015, No. 44, 1–6.
4. Долов М.В. О дифференциальных уравнениях, имеющих интеграл Дарбу. //Дифференциальные уравнения.1978. Т. 14. №10. С.1765-1774.
5. Долов М.В., Алексеев А.А. Об отсутствии предельных циклов динамических систем с интегрирующим множителем специального вида. //Дифференциальные уравнения.1994. Т. 30. №6. С.947-953.
6. Долов М.В., Лисин Б.В. Интегрирующий множитель и предельные циклы. //Дифференциальные и интегральные уравнения. Горьк. гос. ун-т, Горький 1984, с. 36-41.
7. LLibre J., Pantazi C. Polynomial differential system having a given Darbouxian first integral. // Bull. Sci. math. 128 (2004) 775-788
8. Морозов А.Д., Драгунов Т.Н. Визуализация и анализ инвариантных множеств динамических систем. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003.

#### СЕКЦИЯ №3.

#### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.03)

**СЕКЦИЯ №4.  
ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.04)**

**СЕКЦИЯ №5.  
ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.05)**

**СЕКЦИЯ №6.  
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06)**

**СЕКЦИЯ №7.  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)**

**РЕШЕНИЕ СМЕШАННОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЛАПЛАСА**

Бааж О.

Российский университет дружбы народов, г. Москва

Рассматривается некорректно поставленная смешанная задача для уравнения Лапласа в цилиндрической области, где поверхность – часть границы области, – на которой заданы условия Коши, произвольна. В работе получено точное и устойчивое приближенное решение задачи, после нахождения решения интегрального уравнения первого рода, используя экстремаль функционала Тихонова.

Рассмотрим следующую краевую задачу для уравнения Лапласа:

$$\begin{aligned} \Delta u(M) &= 0, \quad M \in D(F, H) \\ u|_s &= f, \quad \frac{\partial u}{\partial n}|_s = g \\ u|_{x=0, l_x} &= \psi, \quad u|_{y=0, l_y} = \Psi \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{Где: } D(F, H) = \{(x, y, z) : 0 < x < l_x, 0 < y < l_y, F(x, y) < z < H\} \quad (2)$$

$$S = \{(x, y, z) : 0 < x < l_x, 0 < y < l_y, z = F(x, y)\} \quad (3)$$

$$F \in C^2(\Pi(0)), \quad \Pi(z) = \{(x, y, z) : 0 < x < l_x, 0 < y < l_y, z = \text{const}\} \quad (4)$$

Рассмотрим функцию источника задачи в бесконечном цилиндре[2]:

$$\begin{aligned} \varphi(M, M') &= \frac{2}{l_x l_y} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{e^{-|z-z'| \sqrt{\left(\frac{\pi n}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{\pi m}{l_y}\right)^2}}}{\sqrt{\left(\frac{\pi n}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{\pi m}{l_y}\right)^2}} \\ &\cdot \sin \frac{\pi n x'}{l_x} \sin \frac{\pi m y'}{l_y} \sin \frac{\pi n x}{l_x} \sin \frac{\pi m y}{l_y} \end{aligned} \quad (5)$$

Применяя формулу Грина к функции  $u(M')$  – решению задачи (1) и к функции

$\varphi(M, M')$  – функцию источника (5) в  $D(F, H)$ , получим:

$$u(M) = V(M) - \Phi(M) - \Psi(M) : M \in D(F, H) \quad (6)$$

Где функции  $\Phi$ ,  $\Psi$  и  $V$  определены по формулам:

$$\Phi(M) = \int_S \left[ g(M') \varphi(M, M') - f(M') \frac{\partial \varphi}{\partial n_{M'}}(M, M') \right] d\sigma_{M'} \quad (7)$$

$$\Psi(M) = \int_{\substack{\text{бок.} \\ \text{гран.}}} \left[ \psi(M') \frac{\partial \varphi}{\partial n_{M'}}(M, M') \right] d\sigma_{M'} \quad (8)$$

$$V(M) = \int_{\Pi(H)} \varphi_H(M, M') v_H(M') dx_{M'} dy_{M'} \quad (9)$$

$, M \in D(-\infty, H)$

Пусть  $\min_{x,y \in \Pi(0)} F(x, y) > c$  и  $M \in \Pi(c)$ , тогда получаем интегральное уравнение первого рода [1] следующего вида:

$$\int_{\Pi(H)} \varphi_H(M, M') v_H(M') ds_{M'} = \Phi(M) + \Psi(M) \quad (10)$$

получим  $u$  – точное решение задачи (1) по формуле Грина (6), где:

$$\varphi_H(M, M') = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{4}{l_x l_y} e^{(z-H) \sqrt{\left(\frac{\pi n}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{\pi m}{l_y}\right)^2}} \cdot \sin \frac{\pi n x}{l_x} \sin \frac{\pi m y}{l_y} \sin \frac{\pi n x'}{l_x} \sin \frac{\pi m y'}{l_y} \quad (11)$$

Теперь допустим, что функции  $f$ ,  $g$  и  $\psi$  заданы с погрешностью, то есть заданы функции  $f^\delta, g^\delta$  и  $\psi^\delta$  вместо  $f, g$  и  $\psi$  соответственно.

Для приближенного решения получаем:

$$u_\alpha^\delta(M) = V_\alpha^\delta(M) - \Phi^\delta(M) - \Psi^\delta(M) \quad (12)$$

$, M \in D(F, H)$

Чтобы найти приближённое решение, применим экстремаль функционала Тихонова [3] и тогда получим:

$$V_\alpha^\delta(M) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(\Phi_{nm}^\delta + \Psi_{nm}^\delta) e^{(z-c) \sqrt{\left(\frac{\pi n}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{\pi m}{l_y}\right)^2}}}{1 + \alpha e^{2(H-c) \sqrt{\left(\frac{\pi n}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{\pi m}{l_y}\right)^2}} \cdot \sin \frac{\pi n x}{l_x} \sin \frac{\pi m y}{l_y}} \quad (13)$$

И тогда по формуле (12) получим приближенное решение задачи (1).

**Теорема (сходимости):** Пусть решение задачи (1) существует в области  $D(F, H)$ . Тогда для любого  $\alpha = \alpha(\delta)$ ,

такого, что  $\alpha(\delta) \rightarrow 0$  и  $\frac{\delta}{\sqrt{\alpha(\delta)}} \rightarrow 0$  при  $\delta \rightarrow 0$ , функция  $u_\alpha^\delta$  вида (12) равномерно сходится к точному

решению на любом компакте в  $D(F, H)$ .

#### Список литературы:

1. Владимиров В.С., Жаринов В.В. *Уравнения математической физики* : М. ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 400с.
2. Лансеев Е.Б. *некорректные задачи продолжения гармонических функций и потенциальных полей и методы их решения*. М.: Изд-во РУДН, 2006. 139с.
3. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. *Методы решения некорректных задач*. М.: Наука, 1979. 288с.

**СЕКЦИЯ №8.  
ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.09)**

**МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.00)**

**СЕКЦИЯ №9.  
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.01)**

**СЕКЦИЯ №10.  
МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.04)**

**СЕКЦИЯ №11.  
МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.05)**

**СЕКЦИЯ №12.  
ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.06)**

**СЕКЦИЯ №13.  
БИОМЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.08)**

**АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.00)**

**СЕКЦИЯ №14.  
АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01)**

**СЕКЦИЯ №15.  
АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.02)**

**СЕКЦИЯ №16.  
ФИЗИКА СОЛНЦА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.03)**

**СЕКЦИЯ №17.  
ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.04)**

**ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.00)**

**СЕКЦИЯ №18.  
ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.01)**

**СЕКЦИЯ №19.  
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.02)**

**СЕКЦИЯ №20.  
РАДИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.03)**

**СЕКЦИЯ №21.  
ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.04)**

**СЕКЦИЯ №22.  
ОПТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.05)**

**СЕКЦИЯ №23.  
АКУСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.06)**

**СЕКЦИЯ №24.  
ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.07)**

**СЕКЦИЯ №25.  
ФИЗИКА ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.08)**

**СЕКЦИЯ №26.  
ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.09)**

**СЕКЦИЯ №27.  
ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.10)**

**СЕКЦИЯ №28.  
ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11)**

**СЕКЦИЯ №29.  
ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13)**

**СЕКЦИЯ №30.  
ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.14)**

**СЕКЦИЯ №31.  
ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР,  
АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.15)**

**СЕКЦИЯ №32.  
ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.16)**

**СЕКЦИЯ №33.  
ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ  
СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.17)**

**СЕКЦИЯ №34.  
КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.18)**

**СЕКЦИЯ №35.  
ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.20)**

**СЕКЦИЯ №36.  
ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.21)**

**СЕКЦИЯ №37.  
ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.23)**

**ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.00)**

**СЕКЦИЯ №38.  
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.01)**

**СЕКЦИЯ №39.  
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.02)**

ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОБАЛЬТА (II) С 2-  
(ПИПЕРИДИНОМЕТИЛ)-4-МЕТИЛ -6(3-МЕТИЛЦИКЛОГЕКСИЛ)ФЕНОЛОМ

Залов А.З.<sup>1</sup>, Расулов Ч.К.<sup>2</sup>, Кулиев К.А.<sup>1</sup>, Ибрагимов Г.И.<sup>1</sup>, Г.А. Гусейнова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Азербайджанский государственный педагогический университет, г. Баку

<sup>2</sup> Институт нефтехимических процессов НАНА, г. Баку

Для фотометрического определения кобальта довольно селективными являются реагенты с о-нитрозофенольной группировкой или аналогичного строения с оксимной группировкой [1]. Наиболее распространение получили методы, в которых используются органические реагенты-производные нитрозо-нафтолов, пиридиновые азосоединения, из которых большое распространение получил 4-(2-пиридилазо)-резорцин [2]. Разработан спектрофотометрический метод определения Со(II) с N-(О-гидроксibenзилиден)пиридин-2-амином [3]. Найден оптимальные условия проведения эксперимента для

количественной сорбции Co(II) - 4-(2-пиридилазо) резорцин [4]. Исследованы комплексообразования кобальта с тиолфенолами и гидрофобными аминами [5-7].

Нами изучена возможность применения 2-(пиперидинометил)-4-метил-6-(3-метилциклогексил)фенола (L) для фотометрического определения кобальта (II).

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

**Реагенты и растворы.** Исходный раствор (1мг/мл) Co(II) готовили растворением в воде точной навески  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в воде, содержащей 2 мл конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , и разбавляют водой до 1л [1]. В работе использовали 0.01M раствор L в хлороформе. В качестве экстрагента применен очищенный хлороформ. Для создания необходимой кислотности растворов применяли ацетатный буферный раствор. Ионную силу растворов, равную  $\mu=0.1$  поддерживали постоянной, введением рассчитанного количества  $\text{KNO}_3$ .

**Аппаратура.** Оптическую плотность органической фазы измеряли на КФК-2. Спектрофотометрические измерения в УФ и видимой областях проводили на спектрофотометре СФ-26. Величину pH растворов контролировали с помощью иономера И-130 со стеклянным электродом.

**Построение градуировочных графиков.** В мерные колбы емкостью 25 мл вводят 10-80 мкг кобальта с интервалом 10 мкг, 2 мл 0.01M раствора L, объем органической фазы доводят до 5 мл хлороформом, контролируют pH, разбавляют водой до метки и измеряют оптическую плотность растворов относительно воды. По полученным данным строят градуировочные графики.

**Определение кобальта в растениях.** Навеску растений разложен по методике [8]. Оптическую плотность полученного окрашенного раствора измеряли на КФК-2 в кювете с толщиной слоя 0.5 см. Количество Co(II) определено по градуировочным графикам на основании измеренного значения оптической плотности.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Выбор экстрагента.** Для выяснения возможности экстракции комплекса испытаны неводные растворители:  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$  и  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3$ . Наилучшими экстрагентами оказались  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ . При однократной экстракции хлороформом извлекается 97.2 % кобальта в виде комплекса. Дальнейшие исследования проводили с хлороформом.

**Влияние pH.** Комплекс экстрагируется в хлороформ в диапазоне pH 4.3-5.2. С уменьшением pH водной фазы экстракция Co(II) постепенно уменьшается, что, очевидно, связано с уменьшением концентрации ионизированной формы L и, вероятнее всего в растворе он находится в недиссоциированном виде. При  $\text{pH} \geq 9.5$  комплекс практически не экстрагируется, что, видимо, связано с гидролизом иона кобальта.

**Влияние концентрации реагирующих веществ, температуры и времени выдерживания.** Выход комплекса максимален при концентрации  $8.1 \times 10^{-4}$  моль/л L. Градуировочный график линеен в диапазоне концентрации кобальта (II) 0.20-18 мкг/мл.

Комплекс кобальта с L устойчив в водных и органических растворителях и не разлагается в течение двух суток, а после экстракции – больше месяца. Максимальная оптическая плотность достигается в течение 8 минут.

Степень извлечения не зависит от соотношения объемов водной и органической фаз в широком интервале (от 5:5 до 110:5), что позволяет проводить одновременное концентрирование и фотометрическое определение кобальта.

**Спектры поглощения.** Максимальный аналитический сигнал при комплексообразовании кобальта с L наблюдается при 540 нм (рис.1). L максимально поглощает при 258 нм. Батохромный сдвиг составляет

282 нм. Контрастность реакции высока: исходный реагент почти бесцветен, а комплекс красно-фиолетового цвета. Молярный коэффициент поглощения составляет  $\varepsilon = 3.31 \times 10^4$ .

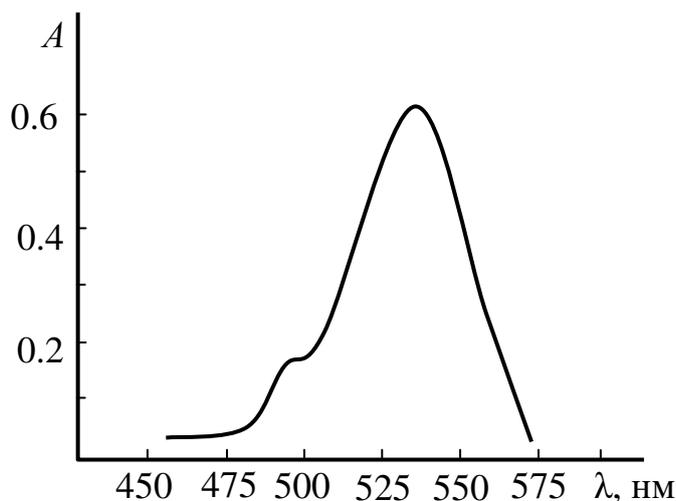


Рис.1. Спектры светопоглощения комплекса.  
 $C_{Co(II)} = 3.38 \times 10^{-5}$  М,  $C_L = 8.0 \times 10^{-4}$  М, СФ-26,  $l = 1$  см

**Состав комплекса.** Соотношение реагирующих компонентов (рис. 2) в

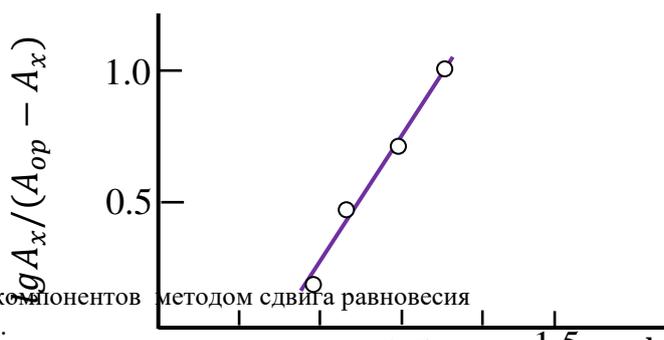


Рис.2. Определение соотношения компонентов методом сдвига равновесия  
 $C_{Co(II)} = 3.38 \times 10^{-5}$  М; СФ-26,  $l=1$  см.  
 комплекса устанавливали методами сдвига равновесия, относительного выхода Старица Багачева и прямой линии [9]. Все методы показали, что соотношение компонентов в комплексе составляет  $Co:L=1: 2$ .

В табл. 1 приведены некоторые химико-аналитические характеристики методик определения  $Co(II)$ .

**Таблица 1.** Химико-аналитические характеристики комплекса кобальта (II) с L.

Параметр	Значение
Окраска	красный
pH образования	0.6-5.8
pH оптимальная	4.3-5.2
$\lambda_{max}$ (нм)	540
Молярный коэффициент поглощения	$3.31 \times 10^4$
Чувствительность, нг/ см <sup>2</sup>	1.8
R, %	97.2
Уравнение градуировочного графика	$0.025+0.28x$
Коэффициент корреляции	0.9974
Константа равновесия, $K_p$	6.82
Константа устойчивости, $\beta_k$	9.86
Линейный диапазон градуировочных графиков, мкг/мл	0.20-18

**Влияние посторонних ионов.** Изучение влияния посторонних ионов на фотометрическое определение кобальта показало, что определению кобальта с L не мешают ионы щелочных, щелоч-

ноземельных элементов и редкоземельных элементов, а также Al, Ga(III), Tl(III), Pb(II), Ti(IV), Nb(V), Ta(V), F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup> и J<sup>-</sup>.

**Аналитическое применение.** Данные по избирательности дают возможность применить разработанную методику фотометрического определения кобальта (II) в виде Со- L для определения его микроколичеств в растениях.

Полученные результаты представлены в табл. 2 и сопоставлены с данными анализа с широкоприменяемыми фотометрическими методами (1-нитрозоафтолом-2 и 8-меркаптохинолином).

**Таблица 2.** Результаты определения кобальта (II) в растениях ( $n = 6, P = 0.95$ )

Методика		Найдено в образце, мг/кг	S <sub>r</sub>	$\bar{X} \pm \frac{t_p \cdot S}{\sqrt{n}}$
<i>фасоль</i>	1-нитрозоафтолом-2	0.21	0.023	0.21±0.0047
	8-меркаптохинолин	0.18	0.026	0.18 ±0.0061
	L	0.20	0.019	0.20±0.0032
<i>горох</i>	1-нитрозоафтолом-2	0.13	0.041	0.13±0.0035
	8-меркаптохинолин	0.11	0.027	0.11±0.0048
	L	0.13	0.036	0.13±0.0050

#### Список литературы

1. Марченко З., Бальцежак М. К. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе. М. Лаборатория знаний. 2007, 711с.
2. Пешкова В. М., Совостина В. М.. Аналитическая химия никеля. М. Наука. 1966. 200 с.
3. Makhijani R. M. Development of extractive spectrophotometric determination of cobalt(II) with [N-(O-hydroxy benzylidene)pyridine-2-amine] // International Journal of Scientific and Research Publications, 2016, V. 6, № 4, pp. 108-111
4. Ciftci H. Solid phase extraction method for the determination of cobalt in water samples on duolite XAD-761 resin using 4-(2-Pyridylazo) resorcinol by FAAS // Current Analytical Chemistry, 2010. V. 6, №. 2, pp. 154–160
5. Zalov A.Z., Amanullayeva G.I. Spectrophotometric determination of cobalt (II) in a liquid-liquid extraction system containing 2- hydroxy-5-iodothiophenol and diphenylguanidine. Journal Of Applied Science. 2016, Vol. 2, № 7, pp. 17-25.
6. Kuliyeв K. A., Suleymanova G. S. Spectrophotometric Determination of Cobalt (II) with 2, 6-Dithiolphenol and Its Derivatives in the Presence of Hydrophobic Amines. American Journal of Chemistry, 2016, Vol. 6, № 4, 95-103.
7. Novruzova N.A., Mamedova R.A., Maharramov A.M., Zalov A.Z. Extraction-Spectrophotometric Study on the Complex Formation in the Cobalt (Ii) - 4-Hydroxy-3-Thiolbenzoic Acid - Diphenylguanidine System. International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, 2017, Vol. 4 № 6 pp. 27-33.
8. Практикум по агрохимии: Учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп./ Под ред. академика РАСХН В. Г.Минеева. - М.: Изд-во МГУ, 2001, 689 с.
9. Булатов М. И., Калинин И. П.. Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа. Л.: Химия, 1986, 432с.

#### СЕКЦИЯ №40.

#### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.03)

## СЕКЦИЯ №41. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.04)

### КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО СКЕЛЕТНОГО НИКЕЛЯ В РЕАКЦИИ ЖИДКОФАЗНОЙ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ ДИЭТИЛОВОГО ЭФИРА МАЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕГО СМЕСИ С 4-НИТРОТОЛУОЛОМ

Осадчая Т.Ю., Афинеевский А.В., Прозоров Д.А.

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет», г. Иваново

Основными проблемами гидрогенизации органических соединений с различными функциональными группами является подбор условий проведения процесса присоединения водорода, обеспечивающих селективное восстановление только одной из нескольких функциональных групп, и устойчивость работы катализатора при последовательных вводах органических субстратов [1,6]. Чаще всего, решение таких проблем, сводится к изменению конкуренции за активные центры поверхности функциональных групп, гидрируемых соединений и различных компонентов растворителя. Многие исследования направлены на изучение гидрогенизации смеси модельных соединений, содержащих такие "промышленно важные" функциональные группы как  $-\text{NO}_2$  и  $>\text{C}=\text{C}<$  [4]. Создание таких модельных смесей и их гидрирование в выбранных условиях позволяет экспериментально разделить процессы гетерогенного восстановления и гомогенной перегруппировки [4], которые могут протекать при вхождении различных функциональных групп в одно соединение [4,7]. Такие процессы увеличивают как количество составляющих каталитической системы, из-за образования полупродуктов частичного восстановления, так и число возможных маршрутов протекания процессов восстановления.

Цель настоящей работы – определение влияния вводимых веществ-модификаторов на кинетику гидрогенизации диэтилового эфира малеиновой кислоты, исследование устойчивости работы катализатора при различных количествах вводимого реагента и оценка селективности гидрирования модельной смеси органических соединений, содержащих  $\text{NO}_2$  и  $>\text{C}=\text{C}<$  функциональные группы.

В работе использовался скелетный никелевый катализатор, полученный обработкой никель-алюминиевого сплава (средний радиус частиц 4,8 мкм) гидроксидом натрия по известной методике [10]. Активный катализатор с удельной поверхностью  $90 \pm 2 \text{ м}^2/\text{г}$ , пористостью  $0,50 \pm 0,5$  обладал высокой активностью в реакциях жидкофазной гидрогенизации.

Процесс гидрогенизации проводили статическим методом, в закрытой системе при интенсивном перемешивании жидкой фазы, исключая влияние внешнего массопереноса на результаты эксперимента. В условиях эксперимента скорость перемешивания составляла 60 об/с.

В качестве модельных соединений были выбраны диэтиловый эфир малеиновой кислоты (ДЭМК) [4] и 4-нитротолуол, кинетика гидрогенизации которых хорошо изучена [5,11]. Хроматографический анализ продуктов реакции показал, что селективность процесса по 4-аминотолуолу в выбранных условиях превышает 95%, нитрозосоединения не обнаруживаются. В системах с малым содержанием спирта (менее 0,075 м.д.) наблюдается промежуточный продукт, 4-гидроксиламинотолуол, концентрация которого в реакционной среде составляет не более 3-4%, что хорошо подтверждается методами жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и ЯМР [8]. Процесс гидрогенизации 4-нитротолуола, имеет порядок по нитросоединению близкий к нулевому, на протяжении всего времени реакции.

Поверхность катализатора модифицировали сульфидом натрия [9] или 4-аминотолуолом [7] по аналогичным методикам. Концентрацию сульфид-ионов при частичной дезактивации контролировали с

помощью ион-селективного электрода и метода элементного анализа [2]. Прибор, CHNS-O Analyzer фирмы ThermoQuest (Италия), не показал содержание сульфида в растворе жидкой фазы, что также указывает на необратимый характер взаимодействия ионов  $S^{2-}$  с поверхностью катализатора. Количество вводимого 4-аминотолуола составляло  $4,6 \times 10^{-3}$  моль/г Ni, что соответствует стехиометрическому количеству гидрируемого 4-нитротолуола в одном опыте. Данное количество нитросоединения было выбрано для исследования области достаточно низких концентраций гидрируемого соединения, во избежание дополнительных побочных процессов. Гидрогенизацию проводили в водных растворах 2-пропанола с мольной долей спирта  $x_2 = 0,073$ .

Для гидрогенизации смеси 4-нитротолуола и ДЭМК использовали предварительно подобранные оптимальные параметры гидрогенизации:  $T=303K$ ,  $P_{H_2}=0,1$  МПа;  $m_{кат} = 0,50 \pm 0,01$  г,  $V_{ж.ф.} = 102$  см<sup>3</sup>.

Модификация поверхности катализатора 4-аминотолуолом антибатно изменяет свойства скелетного никеля по отношению к таким гидрируемым соединениям как ДЭМК и 4-нитротолуол. В то же время сульфидирование катализатора приводит к сложной зависимости активности скелетного никеля от концентрации сульфида натрия, во всех системах проходящей через максимум.

На рис. 1 приведен пример кинетической кривой гидрогенизации смеси ДЭМК и 4-нитротолуола, содержащей 0,75 мол. доли ДЭМК и 0,25 мол. доли 4-нитротолуола. Данное соотношение реагентов обеспечивает одинаковое количество поглощенного водорода по отношению к каждому реагенту. Сравнение начальных скоростей гидрогенизации ДЭМК и 4-нитротолуола позволяет сделать предположение, что линейный участок зависимости должен отвечать за гидрогенизацию нитросоединения, а последующий “купол” - за ДЭМК.

Распределение ионов  $S^{2-}$  на поверхности никеля, возникшее после процесса модификации, может быть связано как с дезактивирующим действием самой нитро-группы, так и с адсорбцией воды в момент ее образования, заметно изменяющей энергетический профиль поверхности никеля. Однако, модельные эксперименты по гидрогенизации смеси 4-нитротолуола и диэтилового эфира малеиновой кислоты проиллюстрировали не только принципиальную возможность отдельного гидрирования этих соединений, но и способы управления каталитическими свойствами скелетного никеля, путем совместной модификации его различными веществами.

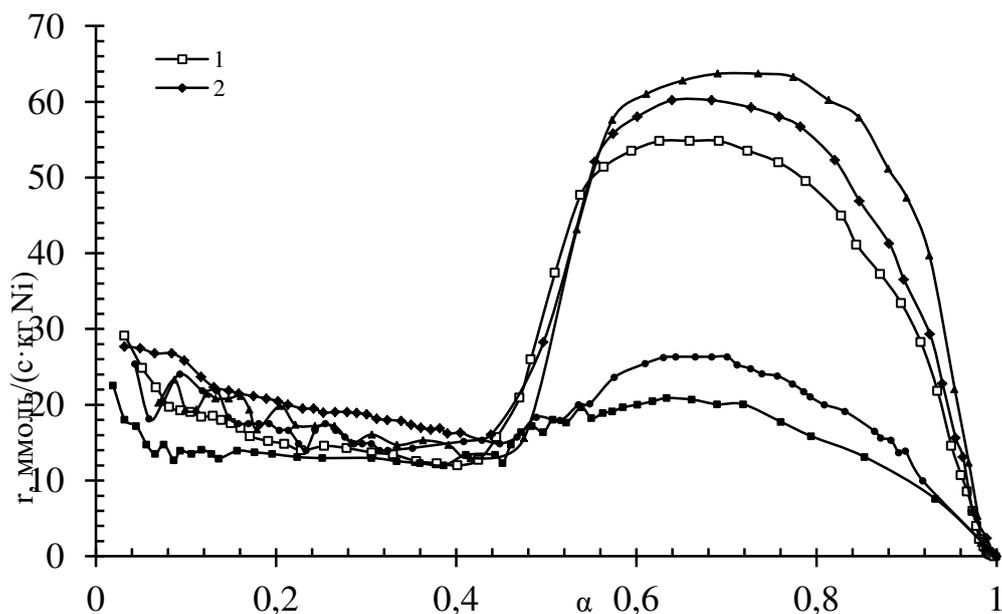


Рис. 1. Кинетические кривые гидрогенизации смеси 4-нитротолуола и ДЭМК в растворителе 2-пропанол-вода с  $x_2 = 0,073$ :  $T=303\text{K}$ ,  $n_{4\text{-нТ}}=4,4\cdot 10^{-3}$  моль/гNi,  $n_{\text{ДЭМК}}=13,9\cdot 10^{-3}$  моль/гNi на скелетном никеле ( $m_{\text{кат}}=0,5\pm 0,01\text{г}$ ) и катализаторе модифицированном сульфидом натрия, 1 - $C_{\text{Na}_2\text{S}}=0$ ; 2 - $0,025$  ммоль  $\text{Na}_2\text{S}/\text{г Ni}$ ; 3 - $0,05$  ммоль  $\text{Na}_2\text{S}/\text{г Ni}$ ; 4 - $0,6$  ммоль  $\text{Na}_2\text{S}/\text{г Ni}$ ; 5 - $1$  ммоль  $\text{Na}_2\text{S}/\text{г Ni}$ .

Таким образом, проведенные исследования показали, что влияние вводимых веществ-модификаторов на кинетику гидрогенизации диэтилового эфира малеиновой кислоты, отлично от влияния тех же веществ на жидкофазное гидрирование 4-нитротолуола.

*Каталитическое гидрирование выполнено в рамках государственного задания на выполнение НИР (Тема № FZZW-2020-0010). Модификация катализатора выполнен при финансовой поддержке гранта Президента для молодых учёных - кандидатов наук (проект МК-771.2020.3). План работ согласован с НИР Научного совета РАН по физической химии на 2020 (№20-03-460-28).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Korolev Y. A., Greish A. A., Kozlova L. M., Kopyshv M. V., Litvin E. F., Kustov L. M. // Catalysis in Industry. 2010. Т. 2. №. 3. С. 287-289.
2. Lukin M.V., Afineevskiy A.V. // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2013. V. 49. N 4. P. 451-456.
3. Lukin M.V., Prozorov D.A., Ulitin M.V., Wdovin U.A. // Kinet. Catal. 2013. V. 54. N 4. P. 434-441.
4. Mäki-Arvela P., Kuusisto J., Sevilla E.M., Simakova I., Mikkola J.-P., Myllyoja J., Salmi T., Murzin D.Y. // Appl. Catal. A: Gen. 2008. N.345. P. 201-212.
5. Neri G., M.G., Rotondo E., Galgagno S. / J. Mol. Catal. A. 1996. V. 111, P. 257-260.
6. Ostrovskii N. M. // Kinet. Catal. 2005. Т. 46. №. 5. С. 737-748.
7. Perret N., Wang X., Onfroy Th., Calers Ch., Keane M.A. // Journal of Catalysis. 2014. V. 309. P.333-342.
8. Popat V., Padhiyar N.// International Journal of Chemical Engineering and Applications 2013. Vol. 4, N. 6. P. 401-405.
9. Prozorov D.A., Lukin M.V., Ulitin M.V. // Russian J. Phys. Chem. A. 2013. Т. 87. №. 4. С. 576-579.
10. Афинеевский А.В., Прозоров Д.А., Осадчая Т.Ю., Румянцев Р.Н. Гидрирование на гетерогенных катализаторах: монография. Казань: Бук. 2020. 476 с.
11. Осадчая Т.Ю., Афинеевский А.В., Прозоров Д.А., Лукин М.В. //Иzv. Вузов. Химия и хим. технология. 2015. Т. 58. Вып. 3. С. 26-31;

#### СЕКЦИЯ №42.

#### ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05)

#### СЕКЦИЯ №43.

#### ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06)

#### СЕКЦИЯ №44.

#### ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.08)

**СЕКЦИЯ №45.  
ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.09)**

**СЕКЦИЯ №46.  
БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.10)**

**СЕКЦИЯ №47.  
КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.11)**

**СЕКЦИЯ №48.  
БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.12)**

**СЕКЦИЯ №49.  
НЕФТЕХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.13)**

**ФРАКЦИЯ C<sub>5</sub> ПИРОЛИЗА БЕНЗИНА – ИСХОДНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК**

Алекперова И.И., Агамалиев З.З., Нагиева М.В., Расулов Ч.К.  
Институт нефтехимических процессов НАН Азербайджана, г. Баку

Интенсивное развитие в мировой практике процессов пиролиза низкооктанового бензина привело к получению огромного количества углеводородов, наносящего большой ущерб биосфере. Получаемые на пиролизных установках фракций C<sub>5</sub> пиролиза бензина до сих пор не нашли своего эффективного применения. Привлечение фракций C<sub>5</sub> пиролиза бензина в сферу нефтехимического синтеза, экологической, научной и практической точки зрения является весьма актуальной проблемой [1-5].

В настоящей работе приводятся результаты исследования реакции циклоалкилирования фенолов 1(3)-метилциклогексенами, полученные термической конденсации этилена с диенами фракции C<sub>5</sub>, содержащей в своем составе изопрен и пиперилен. В результате получены метилциклогексилфенолов, которые в дальнейшем нами использованы в качестве антиоксидантов к моторному маслу М-8 и лигандов к каталитическим прекурсорам для процесса олигомеризации этилена.

**Экспериментальная часть**

В качестве исходного сырья были использованы: фенол, пара-крезол, 1-метилциклогексен и 3-метилциклогексен.

*пара*-Крезол и фенол использовали реактивный, очищенный перед опытом.

1-Метилциклогексен (1-МЦГ) получали взаимодействием изопрена с этиленом по реакции Дильса-Альдера, обладающий следующими физико-химическими характеристиками: T<sub>кип.</sub> – 111-112°C; n<sub>D</sub><sup>20</sup> – 1.4500; ρ<sub>4</sub><sup>20</sup> – 0.8200; М.м. – 96, 3-метилциклогексен (3-МЦГ) – диеновым синтезом пиперилена с этиленом по Дильсу-Альдеру (T<sub>кип.</sub> – 103-104°C; n<sub>D</sub><sup>20</sup> – 1.4530; ρ<sub>4</sub><sup>20</sup> – 0.8142; М.м. – 96).

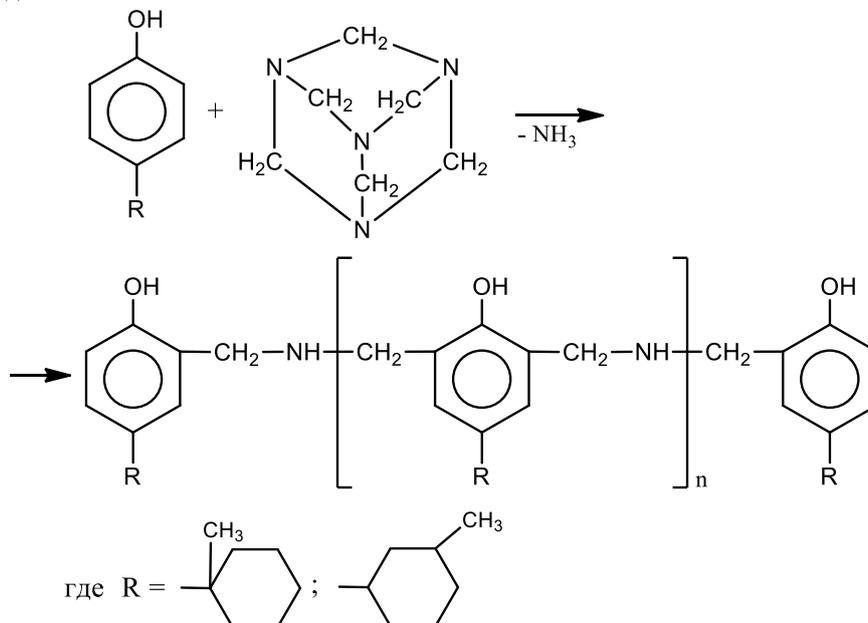
Для реакции циклоалкилирования использовали катализатор на основе цеолита, пропитанного ортофосфорной кислотой, приготовленный тщательным смешиванием алюмогеля с катализатором крекинга (цеолит типа Y, SiO<sub>2</sub> : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 4.8; степень ионного обмена 97%). Полученную массу формовали, продавливая через фильеру (диаметром 1.6 мм), гранулировали и прокаливали. Затем катализатор пропитывали 10%-ным раствором ортофосфорной кислоты (в пересчете на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), выпаривали, сушили в печи при 100°C и прокаливали с непрерывным подъемом температуры от 200 до 600°C.

Алкилирование фенола метилциклогексенами осуществляли при температурах 80-145°C в течение 2-7 ч и мольных соотношениях фенола к циклену на лабораторной установке периодического действия. Продукты реакции отделяли от катализатора фильтрованием в горячем виде (40-50°C) и подвергали ректификации. Сначала при атмосферном давлении отгоняли невошедший в реакцию метилциклен, а затем под вакуумом (при 10 мм рт. ст.) выделяли непрореагировавшие фракцию C<sub>8</sub>-C<sub>9</sub>, фенол и целевой продукт реакции и определяли их чистоту, физико-химические показатели. Состав и структура целевого продукта подтверждены спектральными методами.

Хроматографическим методом определены в алкилате содержания 2-, 4-моно, 2,4-ди, 2,4,6-тризамещенные алкилфенолов.

Четкой ректификацией из алкилата выделены пара-(1-метилциклогексил)фенол с характеристиками: температура кипения 160-164°C/10 мм рт. ст., температура плавления 95°C, мол. масса 190; пара-(3-метилциклогексил)фенол с характеристиками: температура кипения 158-160°C/10 мм рт. ст., температура плавления 91-92°C, мол. масса 190. Наряду с ними, установлено наличие 2-замещенных фенолов в количестве 4-5%.

Взаимодействием *n*-[1(3)-метилциклогексил]фенолов с уротропином синтезированы *n*-метилциклогексилфеноламинные смолы. Реакцию проводили при температуре 140°C до полного прекращения выделения аммиака.



Синтезированные *para*-метилциклогексилфеноламинные смолы были испытаны в качестве высокотемпературного антиоксиданта моторного масла М-8. С этой целью синтезированные соединения были введены в состав композиции моторного масла М-8 в количестве 0.5% мас. Испытания на стабильность против окисления воздухом проводились на аппарате ДК-НАМИ в соответствии ГОСТ 11063-77. Окисление осуществлялось при температуре 200°C в течение 10 часов.

Кроме испытания на стабильность против окисления, были изучены антикоррозионные свойства *para*-метилциклогексилфеноламинные смолы при 140°C в течение 20 ч по ГОСТ 20502-75 моторным маслом М-8. Результаты испытания показали, что при добавлении *para*-метилциклогексилфеноламинной смолы 0.5% к моторным маслам, замедление коррозии до 38.3-41.2 г/м<sup>2</sup> (в базовых маслах М-8 ГОСТ 20502-75 коррозия составляет 48.1 г/м<sup>2</sup>). Из сравнительных данных видно, что смолы, полученные на основе фракций С<sub>5</sub>, являются хорошими антикоррозионными антиоксидантами.

Циклоалкилирование *para*-крезола 1(3)-метилциклогексенами в присутствии катализатора цеолит-У, пропитанного ортофосфорной кислотой осуществлена на непрерывнодействующей установке.

*para*-Крезол и 1(3)-метилциклогексены смешивали в рассчитанном количестве в смесителе и подавали в нижнюю часть реактора заполненного катализатором. Смесь проходила через катализатор, выходила из верхней части реактора, охлаждалась в холодильнике и направлялась на ректификацию.

Для достижения высоких выходов и селективности 2[1(3)-метилциклогексил]-4-метилфенолов было изучено влияние температуры, мольного соотношения сырья и объемной скорости на состав продуктов циклоалкилирования. Условия реакции варьировали в следующих пределах: температура реакции 80-140°C, мольное соотношение *n*-крезола к МЦГ от 1:2 до 2:1 моль/моль, объемная скорость 0.2-1.0 ч<sup>-1</sup>.

Установлено, что для достижения высокого выхода и селективности в ходе реакции циклоалкилирования *n*-крезола МЦГ в присутствии цеолита-У, пропитанного ортофосфорной кислотой, условия реакции должны быть следующими: температура реакции - 120°C, мольное соотношение *n*-крезол:МЦГ - 1:1, объемная скорость - 0.5 ч<sup>-1</sup>. В этих условиях выход 2(1-метилциклогексил)-4-метилфенола на взятый *n*-крезол составляет 64.7-67.3%, а селективность по целевому продукту - 94.5-96.1%.

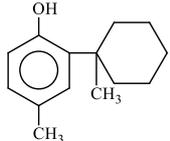
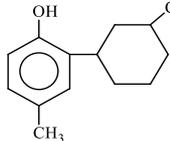
Структуры синтезированных соединений были подтверждены методами ИК и <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C ЯМР-спектроскопией.

Физико-химические свойства синтезированных 2[1(3)-метилциклогексил]-4-метилфенолов приведены в таблице.

Таблица

Физико-химические свойства 2[1(3)-метилциклогексил]-4-метилфенолов

Структурная	T <sub>кип.</sub> , °C	T <sub>пл.</sub> , °C	Молекулярная масса	Элементный состав, %
-------------	------------------------	-----------------------	--------------------	----------------------

формула	(1333 Па)		Вычисл.	Найден.	Вычисл.		Найден.	
					С	Н	С	Н
	167-170	45	204	204	82.4	9.8	82.0	9.6
	161-163	41	204	204	82.4	9.8	81.8	9.4

Синтезированные 2[1(3)-метилциклогексил]-4-метилфенолы были проверены в качестве лигандов к каталитическим прекурсорам для процесса олигомеризации этилена.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Belyaev V.N., Shchukina O.V., Yashin A.Ya., Yashin Ya.I, Federova I.V., Chukicheva I.Yu, Kutchin A.V. // Amperometric method for the determination of relative antioxidant activity of isobornylphenol. Russian Chemical Bulletin. 2019. V. 68. N 12. P. 2325-2330.
2. Mirzayev V.H., Abbasov V.M., Rasulov Ch.K., Aghamaliyev Z.Z., Bagirzadeh R.Z., Majidov E.A. // Selective catalytic alkylation and cycloalkylation of phenol with alkyl- and alkenylcyclohexenes. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2017. V. 18, N 4, P. 341-350.
3. Агамалиев З.З., Аббасов В.М., Расулов Ч.К. Назаров И.Г., Рзаева Н.Ш., Нагиева М.В. // Синтез пространственно-затрудненных метилциклоалкилфенолов и некоторые особенности реакции аминометилирования их аминоэтилнимидазолином. Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2019. Т. 62. Вып. 2. С.17-24.
4. Кобилянский Е.В., Василькевич Л.М. // Новые присадки к маслам и смазкам на базе алкилфенольных оснований Манниха и бензотиазинов. Вопросы химии и хим. техн., 2008. № 2. С.102-105.
5. Кулиев Б.В. Азизов А.Г. Ибрагимова М.Д. Алиева Р.В. Ханметов А.А. Металфенолятные катализаторы полимеризации и олигомеризации олефинов. Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2006, №1(24), с. 71-96.

#### СЕКЦИЯ №50.

#### РАДИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.14)

#### СЕКЦИЯ №51.

#### КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.15)

**СЕКЦИЯ №52.  
МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.16)**

**СЕКЦИЯ №53.  
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.17)**

**СЕКЦИЯ №54.  
ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.21)**

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.00.00)**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00)**

**СЕКЦИЯ №55.  
РАДИОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.01)**

**СЕКЦИЯ №56.  
БИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.02)**

**СЕКЦИЯ №57.  
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.03)**

**СЕКЦИЯ №58.  
БИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.04)**

**СЕКЦИЯ №59.  
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)**

**СЕКЦИЯ №60.  
БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ)  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06)**

**СЕКЦИЯ №61.  
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07)**

**СЕКЦИЯ №62.  
БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08)**

**СЕКЦИЯ №63.  
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09)**

**ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.00)**

**СЕКЦИЯ № 64  
БОТАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.01)**

**СЕКЦИЯ №65.  
ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02)**

**СЕКЦИЯ №66.  
МИКРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.03)**

**СЕКЦИЯ №67.  
ЗООЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.04)**

**СЕКЦИЯ №68.  
ЭНТОМОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.05)**

**СЕКЦИЯ №69.  
ИХТИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.06)**

**СЕКЦИЯ №70.  
ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.07)**

**СЕКЦИЯ №71.  
ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.08)**

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Божко С.Н., Краснякова В.С.

Воронежский государственный университет, г. Воронеж

Учет земель в РФ производится по категориям земель с целью получения сведений о наличии, расположении, количестве и качестве земель. Государственный земельный кадастр и землеустройство осуществляются для обеспечения рационального использования и охраны земель [8].

В соответствии со статьей 14 ФЗ № 78 «О землеустройстве» планирование и организация рационального использования земель и их охраны проводятся в целях совершенствования распределения земель в соответствии с перспективами развития экономики, улучшения организации территорий и определения иных направлений рационального использования земель и их охраны в Российской Федерации, субъектах Российской Федерации и муниципальных образованиях [7].

Земельные ресурсы в настоящее время являются одним из наиболее интенсивно эксплуатируемых природных ресурсов. Основное влияние на их экологическое состояние оказывают химизация сельского хозяйства, выбросы промышленных предприятий и автомобильного транспорта, добыча полезных

ископаемых открытым способом, складирование твердых отходов на полигонах ТКО. Оптимизация землепользования путем перераспределения земель и территориальной организации производства позволяет защитить почвенно-земельные ресурсы от истощения и деградации [6].

В соответствии со статьей 77 Земельного кодекса землями сельскохозяйственного назначения признаются земли, предоставленные для нужд сельского хозяйства или предназначенные для этих целей [5].

В составе земельного фонда категория земель – это часть земельного фонда, выделяемая по основному целевому назначению, имеющая определенный правовой режим. Отнесение земель к категориям осуществляется согласно действующему законодательству в соответствии с их целевым назначением и правовым режимом [3].

Земли, находящиеся в пределах Тамбовской области, составляют земельный фонд области. Территория Тамбовской области на 2017 года составила 3446,2 тыс. га. Большую часть занимают земли сельскохозяйственного назначения - 2783,3 тыс. га, или 80,8% территории области. По данным доклада о состоянии и охране окружающей среды Тамбовской области земельный фонд, включающий в себя 7 категорий земель, в 2017 г. составлял 3446,2 тыс. га (табл. 1) [4].

Землями сельскохозяйственного назначения признаются земли за границами населенных пунктов, предоставленные для нужд сельского хозяйства или предназначенные для этих целей.

Сельскохозяйственные угодья – это земельные угодья, систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции. Сельскохозяйственные угодья подлежат особой охране. Предоставление их для несельскохозяйственных нужд допускается в исключительных случаях с учетом кадастровой стоимости угодий [5].

Землями сельскохозяйственного назначения признаются земли за границами населенных пунктов, предоставленные для нужд сельского хозяйства или предназначенные для этих целей.

Земли данной категории выступают как основное средство производства в сельском хозяйстве, имеют особый режим и подлежат особой охране, направленной на сохранение их площади, предотвращение развития негативных процессов и повышение плодородия почв [3].

Таблица 1

Распределение земельного фонда Тамбовской области по категориям и угодьям в 2017 г. (тыс.га)

	Общая площадь земель	В том числе							
		Сельскохозяйственные угодья	Лесные земли	Лесные насаждения, не входящие в лесной фонд	Под водой	Земли застройки	Под дорогами	Болота	Прочие
Всего земель	3446,2	2724,3	371,7	97,9	42,8	55,1	60,8	43,9	38,1
Земли с/х назначения	2783,3	2548,2	1,3	85,6	30,9	22,4	26,2	29,8	28,4
Земли поселений	218	160,9	2,2	5,4	2,2	26,6	17,5	0,9	2,2
Земли промышленности, транспорта, связи и иного назначения	49	5,8	14,4	6,6	0,2	5	11,9	0,1	4,7

Земли особо охраняемых территорий	10,7	0,5	8	0,2	0,7	0,4	0,1	0,7	0,1
Земли лесного фонда	374,7	8	345,8	-	1,6	0,6	5,1	11,3	1,9
Земли водного фонда	7,7	-	-	-	7,1	-	-	0,1	0,5
Земли запаса	2,8	0,9	-	0,1	0,1	0,1	-	1	0,3

В составе сельскохозяйственных угодий Тамбовской области преобладает пашня – 2127,5 тыс. га, или 78,1 % от общей площади земель сельскохозяйственного назначения (рис. 1).

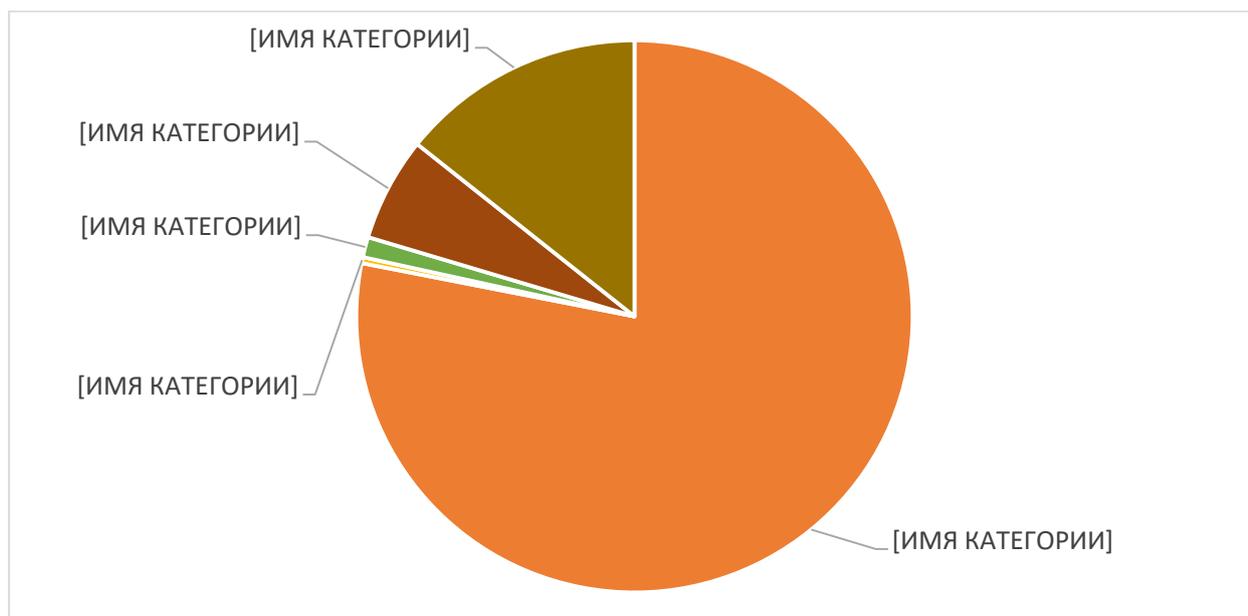


Рис. 1. Структура сельскохозяйственных угодий Тамбовской области в 2017 г.

Упорядоченное использование земельных ресурсов осуществляется через систему земледелия. С экологических позиций крайне опасно упрощать природное окружение человека, превращая весь ландшафт в агрохозяйственный. Аграрный ландшафт должен быть разнообразным, с лесными полосами вокруг полей, живыми изгородями и перелесками [9]. Землепользование на большой площади сельскохозяйственных угодий ЦЧР имеет истощительный характер: нарушается агротехника, недостаточно или неправильно вносятся удобрения [1].

Основные причины утраты части земельных ресурсов сельского хозяйства:

- эрозия почвы;
- потеря гумуса и снижение плодородия вследствие неправильной агротехники;
- подтопление и вторичное засоление почвы;
- машинная деградация почвы;
- химическое и радиационное загрязнение почвы.

Основным путем эколого-территориальной оптимизации ландшафтов является комплекс мероприятий, приводящий к улучшению экологического состояния почвенного покрова и сохранению биоразнообразия является:

- Увеличение доли средостабилизирующих угодий, т.е. увеличение площади, занятой лесными насаждениями, сенокосами, пастбищами, многолетними травами, прудами с одновременным сокращением пашни до 50% пашни.

- Полезащитное лесоразведение. Лесная часть агроландшафта является ведущей составляющей агроэкосистем. Она способствует сокращению поверхностного стока, снижению интенсивности водной эрозии, ослаблению силы ветра, резервации животных, решению социальной проблемы, созданию зеленых зон. Лесные насаждения определяют направление движения рабочих агрегатов, согласующегося с контурами природных факторов. В малолесных Воронежской и Тамбовской областях все овражно-балочные площади должны использоваться под лесные насаждения.

- Сохранение площади пастбищ и увеличение доли сенокосов. Нерегулируемый выпас скота способствует сильному уплотнению почвы, изреживанию травостоя, увеличению стока талых и ливневых вод.

- Контурная технология обработки земель на склонах. Совмещение вспашки и безотвальной системы обработки почв по горизонталям.

- Структура севооборотов. На равнинных землях рекомендуется размещать зернопропашные севообороты, на пологих склонах – зернотравяные, на склонах до 3° - травопольные, которые способствуют восстановлению плодородия почв. Более крутые склоны долины подвергаются залужению или облесению [2].

Территория Тамбовской области подвергается негативному воздействию: водной и ветровой эрозии, переувлажнению, нарушению земель и др. С целью рационального использования земель сельскохозяйственного назначения и сохранения плодородия почв каждый год утверждаются или вносятся поправки в законы Тамбовской области. Основным путем эколого-территориальной оптимизации ландшафтов является комплекс мероприятий, приводящий к улучшению экологического состояния почвенного покрова и сохранению биоразнообразия.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акимова Т.А. Экология / Т.А.Акимова, В.В.Хаскин. - Москва: Юнити, 1998. - С.227-229.
2. Девятова Т.А. Почвенно-ландшафтное районирование Воронежской и Тамбовской областей / Т.А. Девятова, С.Н.Божко // Русский чернозем. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. аграрного ун-та, 2007. – С. 198-202.
3. Доклад о состоянии и использовании земель в Тамбовской области в 2015 году. - Тамбов, 2016. - С.5-35.
4. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Тамбовской области в 2017 году. - Тамбов, 2018. - С.59-73.
5. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ (ред. от 25.12.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019).
6. Управление земельными ресурсами / Т.А.Девятова, Л.А. Яблонских, Л.А. Алаева и [др.]; под ред. Т.А. Девятовой. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2015. - С. 185.
7. Федеральный закон от 18 июня 2001 г. №78-ФЗ “О землеустройстве” (в ред. от 13.07.2015).
- 8.Федеральный закон от 02.01.2000 № 28-ФЗ «О государственном земельном кадастре» // Собрание законодательства РФ, 2000. - № 2. - С. 149-161.
9. Чернова Н.М. Общая экология / Н.М.Чернова, А.М.Былова. - Москва: Дрофа, 2004. - 363 с.

#### **СЕКЦИЯ №72.**

#### **БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09)**

**СЕКЦИЯ №73.  
ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)**

**СЕКЦИЯ №74.  
ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11)**

**СЕКЦИЯ №75.  
МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)**

**СЕКЦИЯ №76.  
ПОЧВОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.13)**

**СЕКЦИЯ №77.  
БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14)**

**ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00)**

**СЕКЦИЯ №78.  
ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)**

ВЛИЯНИЕ У ЖЕНЩИН МАССЫ ТЕЛА НА КИНЕМАТИКУ ПРЫЖКА

Каримова Л.Р., Кожевников В.И.

ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет» г. Курган,

Выбор величины тренировочного воздействия на организм спортсмена важнейшее условие правильной организации тренировочного процесса в любом виде спортивной деятельности. Среди множества обязательных элементов соревновательной композиции особое место занимают различные виды прыжков, как в чистом виде, так и в сочетании с другими элементами. Прыгучесть рассматривают как одну из наиболее важных характеристик общей, а часто и специальной физической подготовленности, она имеет свои структурные особенности, зависит от ряда факторов и тесно взаимосвязана с двигательными координационными качествами. При отталкивании центр масс приобретает скорость, направление которой определяется способами отталкивания. Дальнейшее перемещение происходит в соответствии с теоремой о движении центра масс, где центр масс механической системы движется как материальная точка с массой, равной массе системы, и на которую действуют все внешние силы системы. В свободном полете на тело действует только сила тяжести (при пренебрежении силами сопротивления). Задача об определении траектории, дальности, высоты и времени полета, вычисления скорости при приземлении сводится к задаче о движении материальной точки, брошенной под углом к горизонту.

Изучение кинематических характеристик упражнения «Прыжок вверх с места» при повышении массы тела удобная модель для оценки влияния избыточной массы тела в выборе величины тренировочного воздействия на организм.

**Цель работы:** на примере упражнения «Прыжок вверх с места» оценить влияние массы тела на кинематику прыжка при искусственном повышении массы тела за счет утяжеления.

**Объект и методы исследования.**

В группу исследования вошли 10 девушек, занимающиеся различными видами спорта (легкая атлетика, плавание, спортивные игры). Возраст участников исследования от 19 до 23 лет. Все участники выполняли упражнение «прыжок вверх с места» на максимально возможную высоту выпрыгивания без маха руками. Оценивались пространственные, временные и пространственно-временные характеристики упражнения «Прыжок вверх с места» при искусственном повышении массы тела на 5%, 10%, 15% и 20% от исходной за счет утяжеления. Исследование проводилось на кафедре анатомии и физиологии человека ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет». Лабораторный эксперимент предусматривал решение поставленных задач через использование кинематического устройства [1, 2].

Статистическая обработка данных производилась с помощью пакета анализа данных Microsoft EXCEL-2000. Количественные характеристики выборочных совокупностей представлены в таблице в виде медианы с уровнем 25% ÷ 75% процентилей и число наблюдений (n), равное числу исследованных человек. Результаты исследований обработаны методом вариационной статистики, с принятием уровня значимости  $p \leq 0,05$ . Статистическую значимость различий определяли с использованием критерия Вилкоксона.

Результаты экспериментального исследования динамики кинематических характеристик у участников исследования прыжка вверх с места на максимально возможную высоту выпрыгивания без маха руками представлены в таблице 1.

Полученные показатели времени прыжка при массе тела выше исходной на 10, 15, и 20% между собой не имеют достоверных различий. Выявленные различия в общем времени прыжка в условиях исходной массы тела и при повышении на 10% и выше имели достоверные различия,  $P < 0,05$ .

Величина подседа — это расстояние, на которое участники исследования опускали общий центр масс в процессе подседа перед выпрыгиванием. Глубина подседа оказалась стабильным показателем, достоверных различий между показателями глубины подседа при изменении массы тела при прыжке вверх не выявлено.

Таблица 1.

Пространственно-временные характеристики упражнения «Прыжок вверх с места» при искусственном повышении массы тела за счет утяжеления на 5%, 10%, 15% и 20% от исходной.

	I	II	III	IV
исходный	1,60(1,52÷1,65)	31,2(26,5÷35,5)	1,01(0,95÷1,06)	3,22(3,09÷3,40)
+5%	1,65(1,58÷1,73)	32,1(27,0÷34,2)	1,04(0,97÷1,10)	3,14(3,00÷3,30)
+10%	1,75(1,69÷1,82)	36,7(34,3÷39,0)	1,12(1,06÷1,16)	2,92(2,80÷3,09)
+15%	1,72(1,65÷1,80)	30,6(26,5÷34,1)	1,11(1,07÷1,15)	2,90(2,82÷2,99)
+20%	1,72(1,67÷1,77)	30,6(28,5÷33,0)	1,15(1,11÷1,18)	2,87(2,71÷2,99)
	V	VI	VII	VIII
исходный	0,59(0,54÷0,64)	49,82(46,0÷54,0)	7,11(6,49÷7,67)	0,52(0,46÷0,57)
+5%	0,61(0,56÷0,67)	51,29(47,1÷55,2)	7,25(6,51÷7,94)	0,50(0,45÷0,56)
+10%	0,65(0,61÷0,71)	52,71(48,1÷57,3)	6,40(6,00÷6,70)	0,44(0,40÷0,47)
+15%	0,61(0,57÷0,65)	51,75(47,9÷55,8)	5,98(5,65÷6,20)	0,43(0,41÷0,49)
+20%	0,66(0,72÷0,63)	50,93(46,05÷56,0)	6,25(5,50÷6,90)	0,42(0,37÷0,45)
Столбцы: I - длительность прыжка, сек; II – длительность фазы разгона при подседе, мсек; III – длительность активной фазы прыжка, сек; IV – скорость вылета, м/сек; V - время подседа, сек; VI – глубина подседа, см; VII – ускорение при отталкивании, м/сек; VIII – высота прыжка, м				

Время подседа, как и глубина подседа, оказалось стабильным показателем, мало изменялось при выполнении прыжка в верх при искусственном повышении массы тела на 5%, 10%, 15% и 20% от исходного значения. С ростом массы тела при прыжке в верх от исходной имелась тенденция к повышению времени подседа.

Время достижения максимальной скорости подседа при выполнении прыжка в верх статистически не значимо повышается с ростом массы тела до значения в 10% от исходной массы. Дальнейшее повышение массы тела при прыжке в верх на 15% и 20% от исходного значения сменяется на обратный процесс, фаза разгона при подседе становится короче. Выявленное нами снижение времени фазы быстрого подседа для условий, когда масса тела превышает исходную на 15% и 20% по отношению к условиям, когда масса тела превышает исходную на 10%, является достоверным ( $P < 0,05$ ).

Изучение времени активного периода прыжка (подсед и отталкивание) показало увеличение продолжительности активной части прыжка в верх с последующим изменением массы тела от исходной на 5%, 10%, 15%, 20%.

Показано, что чем больше масса тела, тем более возрастает период активной фазы прыжка. Самый значительный прирост времени активного периода прыжка при увеличении массы тела на 10% от исходной. При увеличении массы тела до 15 и 20% от исходной время активного периода прыжка продолжает увеличиваться, но с меньшими значениями прироста. Увеличение массы тела в 20% от исходной привело к значительному увеличению времени активного периода прыжка.

Величина ускорения при отталкивании имеет тенденцию к снижению этого показателя с ростом массы тела на 5%, 10%, 15%, 20% от исходной. Чем больше нарастает масса тела, тем ниже величина развиваемого ускорения в процессе отталкивания. Величина ускорения достоверно снижается при возрастании массы тела до 10 и 15% от исходной по отношению аналогичным показателям, зафиксированным для условий с исходной массой тела и росте массы тела в 5% ( $P < 0,05$ ).

Изучение динамики высоты прыжка при изменении массы тела в сторону повышения показало, что чем выше массы тела, тем ниже высота прыжка. Наибольшие величины прироста массы тела от исходной, приводят к росту величины падения этого показателя.

Скорость вылета, как и высота прыжка постепенно снижается с увеличением массы тела при выполнении прыжка вверх.

Значения скорости вылета, зафиксированные в начальных условиях и увеличении массы тела до 5% от исходных значений, значимо снижаются при увеличении массы тела в 10, 15 и 20% от начального веса.

## ВЫВОД.

Изменение массы тела в сторону повышения от исходной более, чем на 5% значимо изменяет большинство кинематических характеристик прыжка вверх с места.

Активный период прыжка с увеличением массы тела становится более продолжительным при росте массы тела в 20% и мало меняется в условиях, когда масса тела нарастает от 10% и до 20%.

Высота прыжка и скорость вылета являются значимыми показателями в оценке результатов, поскольку они линейно связаны с результативностью этого движения - прыжок вверх с места.

Кинематические показатели, характеризующие период подседа, играющий важную роль в достижении высоты прыжка с изменением массы тела, достоверно не меняется, что говорит о некоторой стабильности данного кинематического показателя.

## ЛИТЕРАТУРА

- Левченко Е.Ю., Кожевников В.И. Измерение кинематических параметров движения человека. [Российский журнал биомеханики](#). 2004. Т. 1. С. 122.
- Белозеров Е.Г., Кожевников В.И., Лавринов Е.В., Левченко Е.Ю. [Цифровая обработка электрических сигналов в физиологических исследованиях](#) В книге: Информационные технологии в обществе. Различные аспекты информатизации. II Региональная конференция. Министерство образования РФ; Курганский государственный университет; 2000. С. 36.

**СЕКЦИЯ №79.  
АНТРОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.02)**

**СЕКЦИЯ №80.  
ИММУНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.03)**

**СЕКЦИЯ №81.  
КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.04)**

**СЕКЦИЯ №82.  
БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.05)**

**СЕКЦИЯ №83.  
НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06)**

**ГЕОГРАФИЯ**

**СЕКЦИЯ №84.  
ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ  
И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.23)**

**СЕКЦИЯ №85.  
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ  
И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.24)**

**СЕКЦИЯ №86.  
ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25)**

**ГЕОЛОГИЯ**

**СЕКЦИЯ №88.  
РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ**

## ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2020 ГОД

### Январь 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы естественных и математических наук в современных условиях развития страны**», г. Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2020 г.

### Февраль 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция «**Актуальные проблемы естественных и математических наук в России и за рубежом**», г. Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2020 г.

### Март 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы современных математических и естественных наук**», г. Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2020 г.

### Апрель 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция «**Актуальные проблемы и достижения в естественных и математических науках**», г. Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2020 г.

### Май 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы и перспективы развития математических и естественных наук**», г. Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2020 г.

### Июнь 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция «**Современные проблемы математических и естественных наук в мире**», г. Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2020 г.

### Июль 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция «**О вопросах и проблемах современных математических и естественных наук**», г. Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2020 г.

#### **Август 2020 г.**

VII Международная научно-практическая конференция **«Информационные технологии естественных и математических наук»**, г. Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2020 г.

#### **Сентябрь 2020 г.**

VII Международная научно-практическая конференция **«Естественные и математические науки в современном мире»**, г. Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2020 г.

#### **Октябрь 2020 г.**

VII Международная научно-практическая конференция **«Основные проблемы естественных и математических наук»**, г. Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2020 г.

#### **Ноябрь 2020 г.**

VII Международная научно-практическая конференция **«Естественные и математические науки: вопросы и тенденции развития»**, г. Красноярск

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2020 г.

#### **Декабрь 2020 г.**

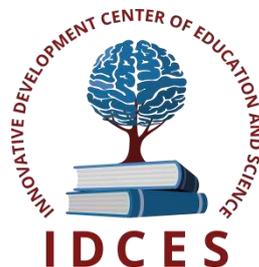
VII Международная научно-практическая конференция **«Перспективы развития современных математических и естественных наук»**, г. Воронеж

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2021 г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки [www.izron.ru](http://www.izron.ru) (раздел «Естественные и математические науки»).

**ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
**INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE**



**Перспективы развития современных  
математических и естественных наук**

**Выпуск VII**

**Сборник научных трудов по итогам  
международной научно-практической конференции  
(11 декабря 2020 г.)**

**г. Воронеж**

**2020 г.**

Печатается в авторской редакции  
Компьютерная верстка авторская

Издатель Инновационный центр развития образования и науки (ИЦРОН),  
603086, г. Нижний Новгород, ул. Мурашкинская, д. 7.

Подписано в печать 10.12.2020.  
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 2,5.  
Тираж 250 экз. Заказ № 127.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»  
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.