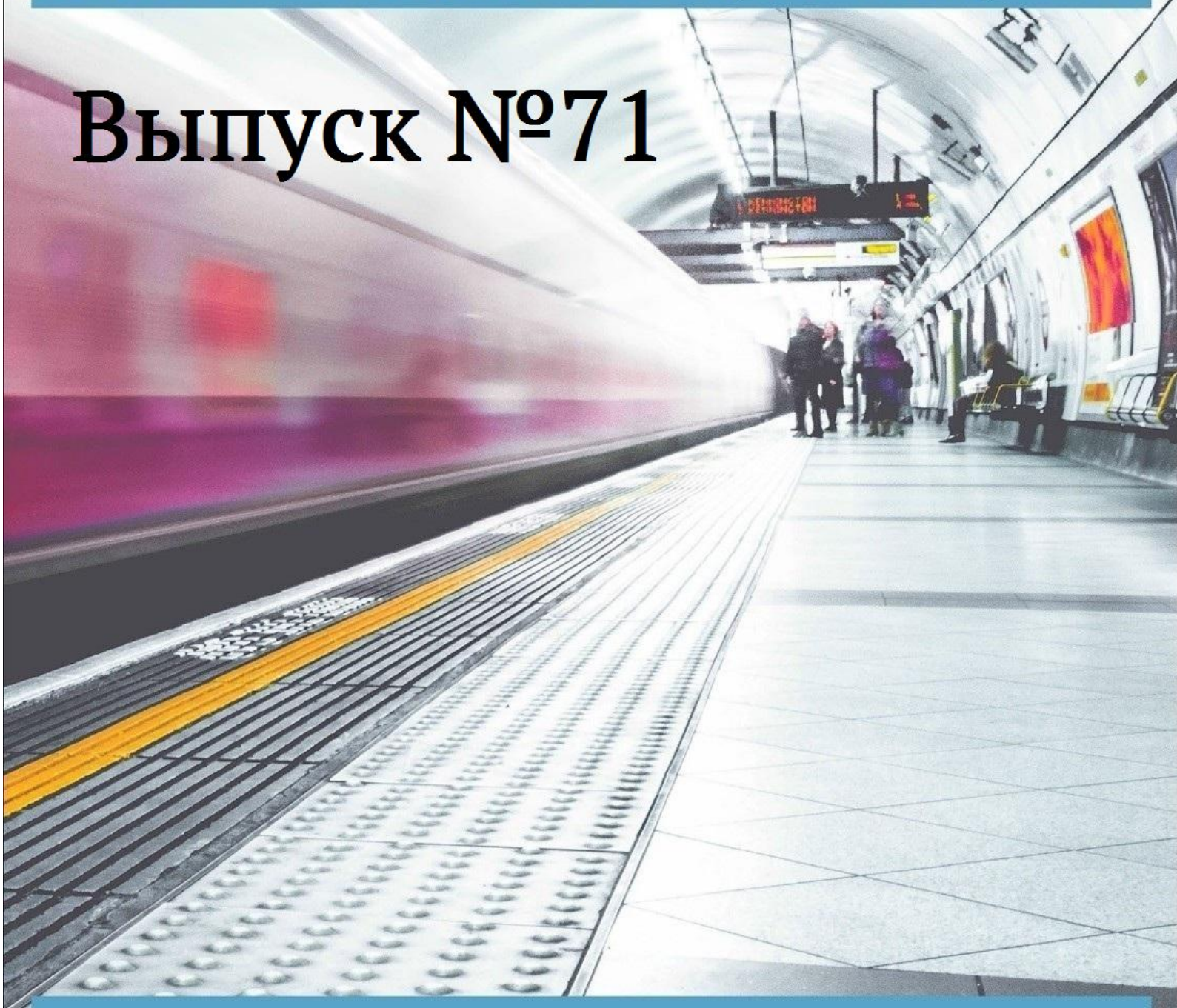
ТОЧНАЯ НАУКА

естественнонаучный журнал

Публикации для студентов, молодых ученых и научно-преподавательского состава на www.t-nauka.ru

ISSN 2500-1132 Издательский дом "Плутон" www.idpluton.ru



Выпуск №71

КЕМЕРОВО 2020

10 февраля 2020 г.
ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431
ISSN 2500-1132
УДК 378.001
Кемерово
Журнал выпускается ежемесячно, публикует статьи по естественным наукам. Подробнее на www.t-nauka.ru
За точность приведенных сведений и содержание данных, не подлежащих открытой публикации, несут ответственность авторы.
Редкол.:
Никитин Павел Игоревич - главный редактор, ответственный за выпуск журнала
Баянов Игорь Вадимович - математик, специалист по построению информационно-аналитических систем, ответственный за первичную модерацию, редактирование и рецензирование статей
Артемасов Валерий Валерьевич - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей
Зимина Мария Игоревна - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей
Нормирзаев Абдукаюм Рахимбердиеви - кандидат технических наук, Наманганский инжинерно-строительный институт (НамМПИ)
Безуглов Александр Михайлович - доктор технических наук, профессор кафедры математики и математического моделирования, Южно-российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И .Платова,
Наджарян Микаел Товмасович - кандидат технических наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении
Шушлебин Игорь Михайлович - кандидат физико-математических наук, кафедра физики твёрдого тела Воронежского государственного технического университета
Равшанов Дилшод Чоршанбиевич - кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология, машины и оборудования полиграфического производства», Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими
Крутякова Маргарита Викторовна – доцент, кандидат технических наук, Московский политехнический университет
Гладков Роман Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации вооружения и военной техники Рязанского гвардейского высшего воздушно-десантного командного училища
Моногаров Сергей Иванович - кандидат технических наук доцент Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГОУ ВО КубГТУ
Шевченко Сергей Николаевич - кандидат технических наук, доцент кафедры СЭУ, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота РФ
Отакулов Салим - Доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики Джизакского политехнического института
А.О. Сергеева (ответственный администратор)[и др.];

Естественнонаучный журнал «Точная наука», входящий в состав «Издательского дома «Плутон», был создан с целью популяризации естественных наук. Мы рады приветствовать студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников. Надеемся подарить Вам множество полезной информации, вдохновить на новые научные исследования.
Издательский дом «Плутон» www.idpluton.ru e-mail: admin@idpluton.ru
Подписано в печать 10.02.2020 г. Формат 14,8×21 1/4. | Усл. печ. л. 2.2. | Тираж 500.
Все статьи проходят рецензирование (экспертную оценку).
Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.
Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации.
Редакция не несет ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.
При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна.

Содержание

1. ЭЛЕКТРОН И ЕГО ОСОБЕННОСТИ……..……..……...2
Алиев И.Х.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ Г. КРАСНОЯРСК……....6
Романова М.Н.

3. ПРИМЕР РЕШЕНИЯ РАЗНОСТНОГО УРАВНЕНИЯ МЕТОДОМ НЬЮТОНА…….……....8
Веретенников В. Н.

4. МЕТОД ПРОИЗВОДЯЩЕЙ ФУНКЦИИ СТОХАСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА «РОЖДЕНИЯ И ГИБЕЛИ» В СЛУЧАЕ ЭПИДЕМИИ МАК-КЕНДРИКА ……..…….…….....16
Кондрашков А.В.

5. СТРУННЫЕ КОЛЬЦА ВСЕЛЕННОЙ, ГАЛАКТИК, ЗВЁЗД И ЧЁРНЫЕ ДЫРЫ ….…….....22
Сыздыков Д.Б.

6. ДЕМОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОТОЧНЫМ МЕТОДОМ……..……....28
Асанов В.Л., Цибаев И.Р.

7. КАРТОФЕЛЬ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ……..……....32
Абдрахманова А.О., Шауленова А.Г., Филлиппова А.В.

Алиев Ибратжон Хатамович
ученик специализированной школы №21
Ферганский государственный Университет, Узбекистан,
E-mail: ibratjon25@mail.ru

Aliev Ibratjon Xatamovich
Pupil of specialized school №21
Fergana Countries University, Uzbekistan
E-mail: ibratjon25@mail.ru

УДК 621.38

ЭЛЕКТРОН И ЕГО ОСОБЕННОСТИ

ELECTRON AND ITS FEATURES

Аннотация: Очень радует тот факт, что сегодня квантовая физика, а также её предводитель атомно-ядерная физика очень даже хорошо развиваются по всему миру. А также ярко известно то, что сегодня при помощи этих ярких областей науки мы можем получать большое количество энергии и создавать новые разработки. Сегодня стало известно о новом механизме применения этой технологии и о её получении, а также последующем использовании.

Abstract: Today, it is widely known that quantum physics, as well as its leader, atomic and nuclear physics, are developing at a rapid pace all over the world. It is also known that today, with the help of these bright areas of science, we can get a large amount of energy and create new developments. Today, it became known about the new mechanism for applying this technology and its receipt, as well as its subsequent use.

Ключевые слова: частица, столкновение, энергия, сила, время.

Keywords: particle, collision, energy, force, time.

Очень популярна сегодня технология получения энергии из атомнқх ядер. При этом они выделяют энергию из своих ядер после внедрения нейтронов. Но других подобных технологий пока нет. Поэтому стоит развивать эту технологию всё глубже!

С этой целью в Ферганском Государственном Университете были проведены некоторые работы и подробно изучены элементарные частицы, которые сегодня известны. Среди них есть несколько групп – стандартная модель, эфирные частицы, двухстворчатые частицы, гипер- и супер позиционные частицы.

Но большое внимание привлекло явления столкновений электронов. При этом выявились новые виды состояний электрона и некоторых других частиц – это состояние получило название «электронная дыра», о ней было также рассказано в предыдущих статьях.

А также ещё более интересной стороной являлась теоретическая догадка, относительно энергии, которая может быть получена в следствии дальнейшей разработки. При использовании теории относительности и условия того, что электронам будет придана скорость, близкая к скорости света, то выходящая в виде огромного количества фотонов энергия будет равна:

$$E = \frac{2E^2}{m_0c^2}$$

Если раскрыть эту формулу подставив под первоначальную энергию, формулу для релятивисткой энергии, то получиться:

$$\frac{2E^2}{m_0c^2} = \frac{2m_0^2c^4}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right) * m_0c^2} = \frac{2m_0c^2}{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{m_0c^2 + m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} * \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

Это также напоминает закон сложения скоростей в релятивисткой физике. Но эта формула по истине верна, так как является следствием из всех формул. При этом если придать электрону энергию в 6 ГэВ, то выходящая энергия будет составлять:

$$E = \frac{2 * (6 * 10^9 * 1.6 * 10^{-19})^2}{9.1 * 10^{-31} * 299\,792\,458^2} =$$
$$= 2{,}253666575074757685915695190338 3 * 10^{-5} \text{ Дж} =$$

$$= 140\,854\,160\,942\,172{,}35536973094939614 \text{ эВ}$$

Как мы можем увидеть, выходящая энергия в несколько раз больше чем входящая, при этом мы выводим данный результат из формулы теории относительности! Из этого следует, что мы можем получить энергию, больше энергии, которую мы даём!

Для того, чтобы убедиться в этом мы решили произвести некоторые эксперименты и сконструировать установку для получения такой энергии от столкновения.

В результате мы пришли к выводу, что для начала электроны будут выводиться из алюминия посредством термоэлектрической эмиссии. После этого необходимо рассчитать энергию электронов при достижении ими скорости света.

Как показывает математический расчёт данное напряжение равняется ровно 4 МВ.

Для достижения этого напряжения вскоре будут сконструированы трансформаторы, которые будут создавать большие электромагнитные поля, разгоняя этим пучки электронов. В этом нам очень пригодиться принцип электронно-лучевой трубки, а также технологии других кинескопов. До трансформаторов было решено использовать умножители напряжения марки УН 9/27. Но были выявлены веские доказательства сильного затруднения получения такого результата посредством данной технологии.

Также был проведён ещё один эксперимент в Ферганском Государственном Университете. В этом эксперименте электронам была придана достаточно большая энергия, но меньшая чем 6 ГэВ. Но стоит также отметить, что и количество электронов было намного увеличено, благодаря увеличению силы тока. И на вакуумной установке марки «Альфа-1» было увеличено напряжение и сила тока, благодаря чему электронам была придана большая энергия, но она была меньше 6 ГэВ, при этом при помощи электронного микроскопа марки 1000x, персональный компьютеров, ноутбука и другие вспомогательный устройств были получены некоторые результаты и были сделаны фотографии. При этом на фотографиях отчётливо видны некоторые новые объекты:

Рис. 1 Фотография столкновения

После эксперимента результаты и данные были тщательно обработаны и были получены многие результаты. Кроме того, стало также ясно, что также был произведён эксперимент в США, штате Беркли. Как известно, недавно произошло сенсационное событие – квазар нашей галактики вырвал огромное количество материи в пространство. При этом часть от этой энергии была направлена на нашу планету.

Учёные из лаборатории университета Беркли смогли уловить этот луч и отделить от него путём его разгона и придаче ему ещё большей энергии электрон. Он обладал большой энергией, но после этого он был ещё разогнан и этим была увеличена его энергия. А после на него были направлены другие частицы, и они уже отражались не от поверхности электрона, как обычно должно происходить, а уже от его внутренней структуры. При этом была получена следующая фотография:

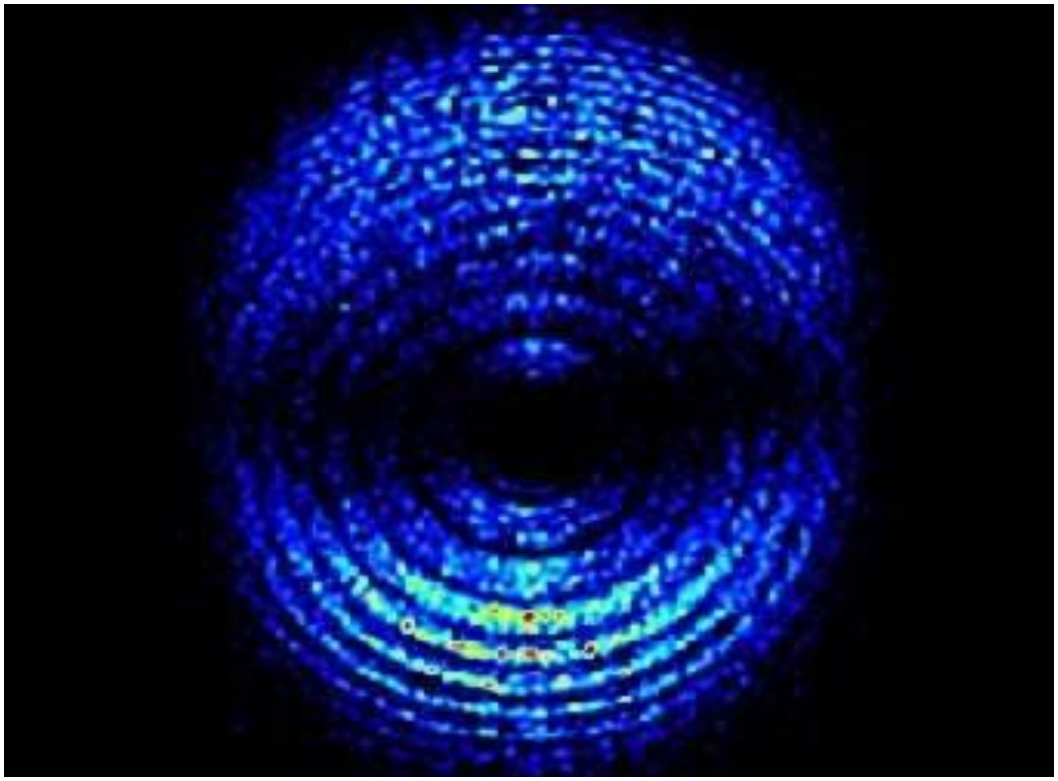


Рис. 2 Первая фотография электрона

При этом после анализа, учёные пришли к выводу, что синие линии на фотографии – это волновые линии и их направления вокруг электрона. Такому выводу способствовали результаты из ещё одного довольно интересного эксперимента, которые тоже был произведён в США.

На электрон были направлены мягкие, то есть очень даже сильные, рентгеновские лучи. Они обладали большой энергией и при этом они воздействовали на электрон разрушительно, разделив его на 3 квазичастицы – холон, спинон и орбитон. Эти частицы имеют очень сильные волновые свойства, поэтому называются квазичастицами.

Но эксперимент, которые был произведён в Ферганском Государственном Университете дал результаты, которые доказывают, что электрон состоит из 2 частиц. Центральной частицы, которая была названа в честь Алиевой Раънохон Тулкиновны – Раънон и спутниковой частицы, которая была названа в честь Алиевой Умидахон Тулкиновны – Умидон. Кроме того, они были обнаружены на всех ранее представленных фотографиях:

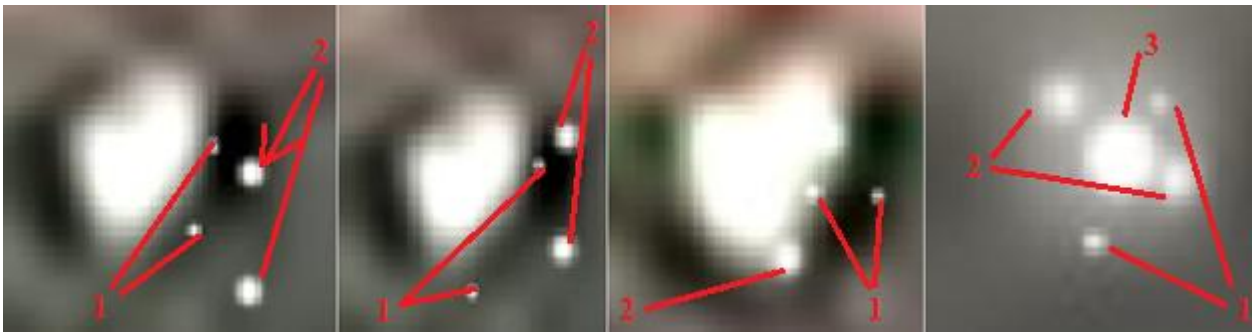


Рис. 3 Умидон и Раънон на фотографиях
1 – частица Умидон
2 – частица Раънон
3 – Место столкновения электронов

Кроме того, что были определены эти частицы, ведутся учащённые споры относительно определения структуры этих частиц. Но можно сказать, что эти частицы не состоят из кварков и других частиц из стандартной модели.

Предполагается, что Раънон состоит из того же Умидон, но также выдвигаются и многие другие гипотезы по этому поводу. Кроме того можно сказать, что частицей, которая меньше Умидон,

может выступать только электронное нейтрино.

Стоит также сказать, что данная теория находит всё новые подтверждения. Основным преимуществом этой идеи было то, что эти частицы были определены и на фотографии, которая была сделана со стороны университета в штате Беркли, о котором говорилось ранее, это также мы можем видеть и на самой фотографии:

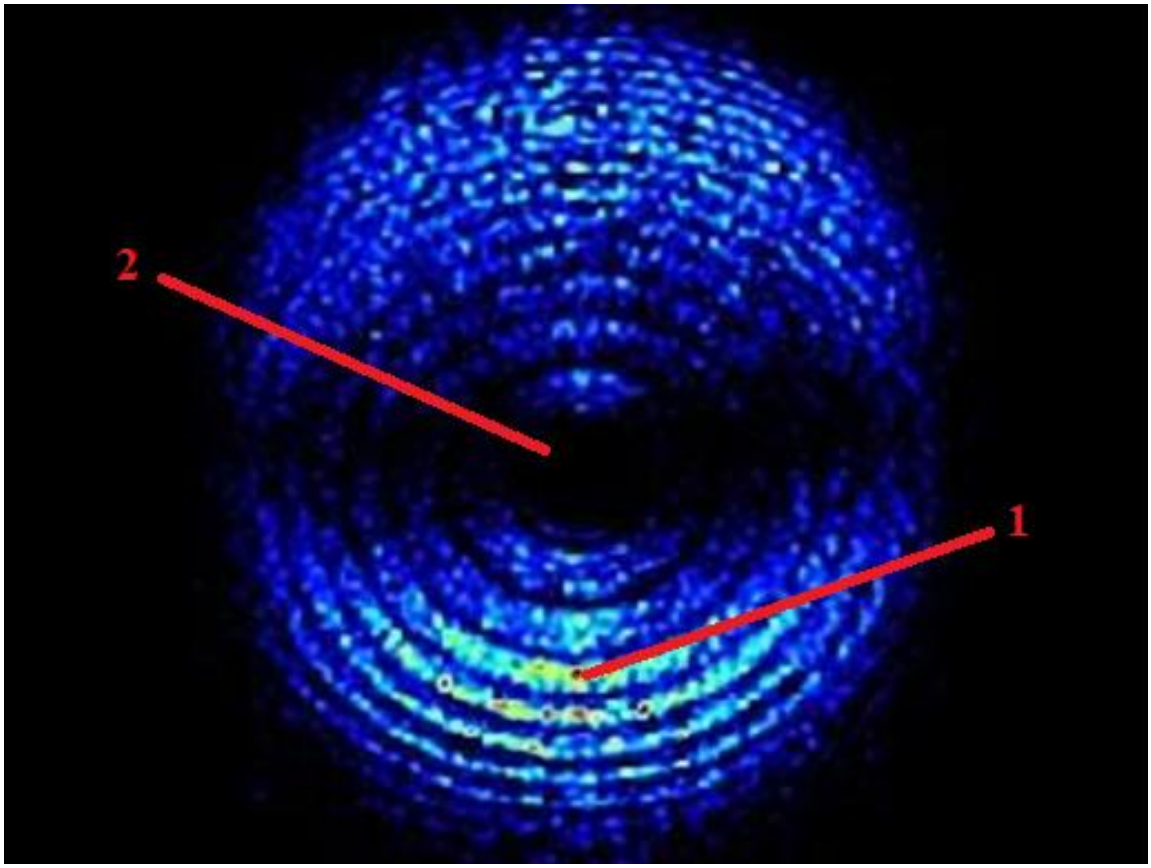


Рис. 4 Умидон и Раънон на фотографии электрона
1 – частица Умидон
2 – частица Раънон

Следовательно, была открыта структура электрона, а также методы получения из него энергии. Но наличие структуры электрона, вполне может открывать новые двери для дальнейшей разработки увеличения энергии из электронов.

И как показывают последние расчёты, хотя и не максимально точно, но можно предположить получение энергии из цепей электронов, которые будут созданы посредством воздействия на их структуры и получения из этих структур больших энергий, достаточных для решения уже более масштабных проблем.

Библиографический список:

1. В. И. Рыдник. Увидеть невидимое. Изд-во «Наука». 1980.
2. М. П. Бронштейн. Атомы. Электроны. Ядра. Изд-во Онти. 1935
3. В. А. Буравин, В. А. Егоров. Биография электрона. Изд-во Знание. 1985
4. Алиев И. Поведение электрона в атоме. Статья в журнале «Точная наука» от 25.11.2019.

Романова Мария Николаевна
Romanova Maria Nikolaevna
Студентка Сибирского государственного университета науки и технологий им. ак. М.Ф. Решетнева, институт химических технологий, направление «Химическая технология».

УДК 631.412

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ Г. КРАСНОЯРСК

DETERMINATION OF THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE SOILS OF KRASNOYARSK

Аннотация: В данной статье спектрофотометрическим методом анализа определено содержание тяжелых металлов в почвах г. Красноярск, расположенных вблизи проезжей части. Для анализа были выбраны улицы с пропускной способностью более 1000 машин в час

Annotation: In this article, the spectrophotometric method of analysis determined the content of heavy metals in the soil of the city of Krasnoyarsk, located near the roadway. Streets with a throughput of more than 1000 cars per hour were selected for analysis.

Ключевые слова: почва, загрязнение почвы, тяжелые металлы.

Key words: soil, soil pollution, heavy metals.

Одним из основных загрязнителей городских почв являются тяжелые металлы. К ним относят более 40 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева, при значении атомной массы свыше 50 атомных единиц массы (а.е.м). Среди тяжелых металлов есть микроэлементы, которые являются важными для живых организмов. Но при этом их избыточное содержание в различных объектах окружающей среды, в том числе почвах, оказывает токсичное действие.

Источники поступления тяжелых металлов в почву могут быть двух видов: природные и техногенные. В условиях динамичной городской среды особое внимание уделяется загрязнению тяжелыми металлами от промышленности и автотранспорта.

Для оценки состояния загрязнения почвы используют основные эталоны сравнения, закрепленные в официальных документах. В России такими эталонами являются гигиенические нормативы, в которых закреплены предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК); а также фоновые геохимические уровни и кларки химических элементов в почве. В нашем исследовании для оценки загрязнения почвы тяжелыми металлами используется показатель ПДК. Но стоит отметить, что в разных регионах, в зависимости от типа почвы, химический состав неоднороден. То есть при изучении содержания в почве тяжелых металлов учитывается также и их фоновое содержание. Например, Красноярский край относится к регионам, в которых содержание некоторых элементов превышает норму ПДК.

Тяжелые металлы в почве могут быть представлены в двух формах: валовой и подвижной. Валовая форма характеризует общее количество тяжелого металла в почве, то есть общую загрязненность. Подвижная форма определяет доступность тяжелых металлов для растений.

Современной науке доступны многие методы проведения анализа состояния почвы, а также исследования химического состава с различной точностью. В нашем исследовании использован спектрофотометрический метод для определения содержания в почве тяжелых металлов.

Пробы почв были отобраны методом конверта в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 непосредственно вблизи дороги в июне и августе [1]. Для проведения исследования было выбрано 5 самых больших по загруженности улиц г. Красноярск, имеющих пропускную способность более 1000 машин в час, расположенных в различных частях города. В отобранных пробах было определено содержание следующих тяжёлых металлов: медь, никель, марганец, свинец, цинк, ртуть, находящихся в валовой форме.

В таблице 1 представлены результаты проведения анализа содержания тяжелых металлов в почве на масс-спектрометре iCAP с индуктивно связанной плазмой [2].

Таблица 1

Определение содержания тяжелых металлов в почве

Образец почвы	Содержание, мг/кг					
	медь	никель	марганец	свинец	цинк	ртуть
1	72	33	691	21	155	0,022
2	40	36	765	13	73	0,03
3	**141**	40	753	32	155	0,049
4	54	35	706	15	96	0,043
5	**163**	43	992	**36**	162	0,048
ПДК	132	80	1500	32	220	2,1

Результаты в таблице 1 представлены для каждого почвенного образца по содержанию выбранных для анализа тяжелых металлов в сравнении с ПДК (превышение нормы выделено). В первом образце концентрация меди меньше нормы ПДК в 1,8 раза, концентрация никеля и марганца более чем в два раза ниже предельно допустимой концентрации, содержание свинца и цинка в 1,5 раза ниже установленных нормативов, концентрация ртути меньше нормы ПДК в 95,5 раз. Во втором образце концентрация меди меньшеустановленных значений в 3,3 раза, концентрация никеля, марганца, свинца и цинка ниже уровня предельно допустимой концентрации в 1,9 раза и более, концентрация ртути меньше ПДК в 70 раз. Таким образом, в первом и втором образцах не наблюдается превышение ПДК ни по одному из выбранных для анализа элементов. В третьем образце концентрация меди выше установленной нормы в 1,1 раза, содержание никеля и марганца ниже нормы предельно допустимой концентрации в 2 раза, концентрация свинца равна норме ПДК, содержание цинка в 1,4 раза ниже ПДК, а концентрация ртути в 42,1 раза. В четвертом образце, так же как и в первом и втором, не наблюдается превышения ни по одному из элементов: концентрация меди, никеля, марганца, свинца и цинка в 2 и более раз ниже установленных значений, содержание ртути в 48,1 раз меньше нормы ПДК. В пятом образце концентрация меди выше ПДК в 1,2 раза, содержание никеля, марганца и цинка в 1,3 и более раз ниже установленной нормы, концентрация свинца в 1,1 раза выше уровня предельно допустимой концентрации, содержание ртути в 43,7 раз ниже нормы.

Согласно анализу результатов, мы видим, что превышение нормы содержания тяжелых металлов наблюдается в двух образцах: в третьем превышение концентрации меди в 1,1 раза от ПДК, в пятом превышение концентрации меди и свинца в 1,2 и 1,1 раза по отношению к ПДК соответственно. Исходя из результатов анализа, не было выявлено четкой зависимости между уровнем содержания тяжелых металлов в почвах города и количеством проезжающего автотранспорта. Результаты говорят о слабой степени загрязнения почвы тяжелыми металлами, но при этом при отборе проб было отмечено отсутствие растительности на выбранных почвенных образцах и измененный гранулометрический состав. Поэтому для выявления антропогенных факторов, оказывающих негативное влияние на почву, необходимо дальнейшее исследование с применением химического анализа состава почвы и при отборе образцов в выбранных местах в разное время года.

Библиографический список:

1. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб.
2. ПНД Ф 16.2.2:2.3.71-2011 Количественный химический анализ почв.

Веретенников В. Н.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия
Veretennikov V.N.
Russian state hydrometeorological University

УДК 519.6

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ РАЗНОСТНОГО УРАВНЕНИЯ МЕТОДОМ НЬЮТОНА

AN EXAMPLE OF SOLVING A DIFFERENCE EQUATION NEWTON METHOD

Аннотация: Рассматривается метод Ньютона решения краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка методом сеток. Проводятся вычислительные эксперименты по различной аппроксимации граничных условий и различного способа построения сеточной области.

Abstract: Newton's method of solving the boundary value problem for ordinary second-order differential equations by the grid method is considered. Computational experiments are carried out on different approximations of boundary conditions and different methods of constructing the grid region. Keywords: boundary value problem, grid method, computational experiment, uniform grid, Taylor series, calculation point, approximations

Ключевые слова: краевая задача, метод сеток, вычислительный эксперимент, равномерная сетка, ряд Тейлора, расчетная точка, аппроксимация, разностное уравнение, сеточная функция, рекуррентные формулы, алгоритм, ортогональная прогонка, правило Рунге.

Keywords: boundary value problem, grid method, computational experiment, uniform grid, Taylor series, calculation point, approximation, difference equation, grid function, recurrent formulas, algorithm, orthogonal run, Runge rule.

Введение. Краевые задачи часто возникают при изучении гидрометеорологических процессов и явлений (иногда в результате разделения переменных в уравнениях с частными производными

Цели и задачи. Овладение практическими навыками численного решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений методом сеток. Закрепление теоретических знаний в области численных методов. Проведение вычислительных экспериментов по решению краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Закрепление навыков программирования и использование графических средств визуализации.

Описание метода решения. Рассмотрим метод сеток в применении к обыкновенному дифференциальному уравнению

$$\frac{d}{dx}\left(p(x;y)\frac{dy}{dx}\right)+q(x;y)\frac{dy}{dx}+r(x;y)y=f(x)\ \ a\le x\le b \tag{1}$$

Коэффициенты $p(x;y), q(x;y), r(x;y)$ и правая часть $f(x)$ считаются непрерывными на отрезке $[a;b]$, функция $p(x;y)$ положительной. Для уравнения (1) рассмотрим третью краевую задачу.

$$\alpha_0 y(a)+\beta_0 y'(a)=\gamma_0, \tag{2}$$

$$\alpha_1 y(b)+\beta_1 y'(b)=\gamma_1. \tag{3}$$

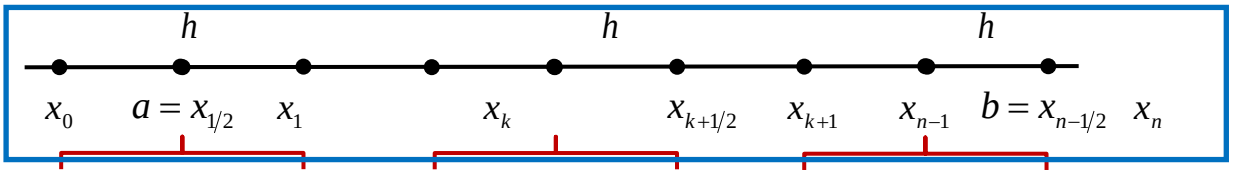
$$|\alpha_0|+|\beta_0|>0, |\alpha_1|+|\beta_1|>0,$$

где $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0, \alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ – заданные постоянные.

Вопросы существования и единственности функции $y(x)$ рассматриваются в курсе дифференциальных уравнений. Будем предполагать, что $y(x)$ существует, единственна и существуют производные от $y(x)$ достаточно высокого порядка.

Численное решение задачи состоит в нахождении приближенных значений $y_0, y_1, \cdots, y_n$ y_0, искомого решения $y(x)$ в точках $x_0, x_1, \cdots, x_n$.

Изберем $h = \frac{b-a}{n-1}$ (одновременное определение h и n), положим $x_0 = a - h/2$. Тогда будет $x_1 = a + h/2, \cdots, x_n = b - h/2$. Концы промежутка a и b не принадлежат более сетке. Функцию $y(x)$ распространяем с сохранением гладкости на промежуток $[a - h/2\,; b + h/2]$.



Воспользовавшись разложением $y(x)$ в ряд Тейлора легко выводятся следующие формулы

$$y'(x) = \frac{y(x+h) - y(x-h)}{2h} + O(h^2),\ x \in [a+h; b-h],$$

$$y'(x) = \frac{y(x+h) - y(x)}{h} + O(h),\ x \in [a; b-h], \qquad (4)$$

$$y'(x) = \frac{y(x) - y(x-h)}{h} + O(h),\ x \in [a+h; b].$$

Обозначим, используя принцип замороженных коэффициентов,

$$p(x_{k\pm1/2}; y_{k\pm1/2}) = p_{k\pm1/2},\ q(x_k; y_k) = q_k,\ r(x_k; y_k) = r_k,\ f(x_k) = f_k,\ y(x_k) = y_k.$$

Используя формулы (4), можем для $x \in [a - h/2\,; b + h/2]$ записать уравнение (1) в форме

$$\frac{1}{h}\left(\left(p\frac{dy}{dx}\right)_{k+1/2} - \left(p\frac{dy}{dx}\right)_{k-1/2}\right) + q\frac{dy}{dx} + ry = f.$$

Запишем уравнение для расчетной точки $x = x_k$ $(1 \le k \le n-1)$

$$p_{k+1/2}\frac{y_{k+1} - y_k}{h^2} - p_{r-1/2}\frac{y_k - y_{k-1}}{h^2} = f_k - q_k\frac{y_{k+1} - y_{k-1}}{2h} - r_k y_k,\ 1 \le k \le n = 1.$$

После элементарных преобразований получим

$$p_{k-1/2}y_{k-1} - (p_{k-1/2} + p_{k+1/2})y_k + p_{k+1/2}y_{k+1} = h^2 g(x_k; y_{k-1}; y_k; y_{k+1}), 1 \le k \le n-1, \quad (5)$$

где $g(x_k; y_{k-1}; y_k; y_{k+1}) = f_k - q_k\frac{y_{k+1} - y_{k-1}}{2h} - r_k y_k$.

Будем искать значения y_k для $0 \le k \le n$. Система (5) содержит $n - 1$ уравнений при числе неизвестных $n + 1$. Недостающие два уравнения надлежит получить из граничных условий.

Из формул (4) имеем

$$y'(a) = \frac{y_1 - y_0}{h} + O(h^2),\ y'(b) = \frac{y_n - y_{n-1}}{h} + O(h^2).$$

Эти формулы удобны тем, что в правых частях фигурируют значения y лишь в узлах сетки. В случае третьей краевой задачи появляется новая трудность, так как требуется написать $y(a)$ и $y(b)$, причем a и b не принадлежат сетке. Приходится прибегнуть к приближенным представлениям

$$y(a) = \frac{y_0 + y_1}{2} + O(h^2),\ y(b) = \frac{y_n + y_{n-1}}{2} + O(h^2).$$

Теперь граничные условия (2) – (3) запишем в форме

$$\alpha_0\frac{y_0 + y_1}{2} + \beta_0\frac{y_1 - y_0}{h} = \gamma_0 + O(h^2), \qquad (6)$$

$$\alpha_1 \frac{y_n + y_{n-1}}{2} + \beta_1 \frac{y_n - y_{n-1}}{h} = \gamma_1 + O(h^2). \tag{7}$$

Отбрасывая остаточные члены, получаем разностную аппроксимацию исходной задачи в виде системы из $n+1$ уравнения с $n+1$ неизвестными

$$\begin{aligned}
&p_{k-1/2} y_{k-1} - (p_{k-1/2} + p_{k+1/2}) y_k + p_{k+1/2} y_{k+1} = h^2 g(x_k; y_{k-1}; y_k; y_{k+1}), 1 \le k \le n-1,\\
&g(x_k; y_{k-1}; y_k; y_{k+1}) = f_k - q_k \frac{y_{k+1} - y_{k-1}}{2h} - r_k y_k,\\
&\alpha_0 \frac{y_0 + y_1}{2} + \beta_0 \frac{y_1 - y_0}{h} = \gamma_0,\\
&\alpha_1 \frac{y_n + y_{n-1}}{2} + \beta_1 \frac{y_n - y_{n-1}}{h} = \gamma_1.
\end{aligned} \tag{8}$$

Будем решать уравнения (8) методом Ньютона. Соответствующие формулы нетрудно записать

$$\begin{aligned}
&p_{k-1/2}^{(\ell)} y_{k-1}^{(\ell+1)} - (p_{k-1/2}^{(\ell)} + p_{k+1/2}^{(\ell)}) y_k^{(\ell+1)} + p_{k+1/2}^{(\ell)} y_{k+1}^{(\ell+1)} = h^2 g(x_k; y_{k-1}^{(\ell+1)}; y_k^{(\ell+1)}; y_{k+1}^{(\ell+1)}),\\
&\alpha_0 \frac{y_0^{(\ell+1)} + y_1^{(\ell+1)}}{2} + \beta_0 \frac{y_1^{(\ell+1)} - y_0^{(\ell+1)}}{h} = \gamma_0,\\
&\alpha_1 \frac{y_n^{(\ell+1)} + y_{n-1}^{(\ell+1)}}{2} + \beta_1 \frac{y_n^{(\ell+1)} - y_{n-1}^{(\ell+1)}}{h} = \gamma_1.
\end{aligned} \tag{9}$$

Преобразуем уравнения для граничных условий

$$\begin{aligned}
&\left(\frac{\alpha_0}{2} - \frac{\beta_0}{h}\right) y_0^{(\ell+1)} + \left(\frac{\alpha_0}{2} + \frac{\beta_0}{h}\right) y_1^{(\ell+1)} = \gamma_0,\\
&\left(\frac{\alpha_1}{2} - \frac{\beta_1}{h}\right) y_{n-1}^{(\ell+1)} + \left(\frac{\alpha_1}{2} + \frac{\beta_1}{h}\right) y_n^{(\ell+1)} = \gamma_1.
\end{aligned} \tag{10}$$

Вводя переменные

$$\alpha_{00} = \frac{\alpha_0}{2} - \frac{\beta_0}{h}, \beta_{00} = \frac{\alpha_0}{2} + \frac{\beta_0}{h}, \alpha_{11} = \frac{\alpha_1}{2} - \frac{\beta_1}{h}, \beta_{11} = \frac{\alpha_1}{2} + \frac{\beta_1}{h},$$

получим

$$\begin{aligned}
&\alpha_{00} y_0^{(\ell+1)} + \beta_{00} y_1^{(\ell+1)} = \gamma_0,\\
&\alpha_{11} y_{n-1}^{(\ell+1)} + \beta_{11} y_n^{(\ell+1)} = \gamma_1.
\end{aligned} \tag{11}$$

Линеаризуя правые части уравнений (9)

$$y_k^{(\ell+1)} = y_k^{(\ell)} + \Delta_k^{(\ell)} \tag{12}$$

имеем

$$p_{k-1/2}^{(\ell)} y_{k-1}^{(\ell-1)} - (p_{k-1/2}^{(\ell)} + p_{k+1/2}^{(\ell)})(y_k^{(\ell)} + \Delta_k^{(\ell)}) + p_{k+1/2}^{(\ell)}(y_{k+1}^{(\ell 1)} + \Delta_{k+1}^{(\ell)}) =$$
$$= h^2 g(x_k;\, y_{k-1}^{(\ell)} + \Delta_{k-1}^{(\ell)};\, y_k^{(\ell)} + \Delta_k^{(\ell)};\, y_{k+1}^{(\ell)} + \Delta_{k+1}^{(\ell)}),$$
$$g(x_k;\, y_{k-1}^{(\ell+1)};\, y_k^{(\ell+1)};\, y_{k+1}^{(\ell+1)}) =$$
$$= g(x_k;\, y_{k-1}^{(\ell)};\, y_k^{(\ell)};\, y_{k+1}^{(\ell)}) + \frac{\partial g}{\partial y_{k-1}} \Delta_{k-1}^{(\ell)} + \frac{\partial g}{\partial y_k} \Delta_k^{(\ell)} + \frac{\partial g}{\partial y_{k+1}} \Delta_{k+1}^{(\ell)}. \tag{13}$$

Учитывая следующие соотношения

$$\frac{\partial g}{\partial y_{k-1}} = \frac{q_k^{(\ell)}}{2h},\ \frac{\partial g}{\partial y_k} = -\frac{\partial q_k^{(\ell)}}{\partial y_k} \frac{y_{k+1}^{(\ell)} - y_{k-1}^{(\ell)}}{2h} - \frac{\partial r_k^{(\ell)}}{\partial y_k} y_k^{(\ell)} - r_k^{(\ell)},\ \frac{\partial g}{\partial y_{k+1}} = -\frac{q_k^{(\ell)}}{2h},$$

система (9), (11) с учетом линеаризации (13) разбивается на две задачи для переменных $\Delta_k^{(l)}$ и $y_k^{(l+1)}$. Для переменной $\Delta_k^{(l)}$ система принимает вид

$$\left(p_{k+1/2}^{(\ell)} + \frac{h}{2} q_k^{(\ell)} \right) \Delta_{k+1}^{(\ell)} - \left(p_{k-1/2}^{(\ell)} + p_{k+1/2}^{(\ell)} - h \frac{\partial q_k^{(\ell)}}{\partial y_k} \frac{y_{k+1}^{(\ell)} - y_{k-1}^{(\ell)}}{2} - h^2 y_k^{(\ell)} \frac{\partial r_k^{(\ell)}}{\partial y_k} - h^2 r_k^{(\ell)} \right) \Delta_k^{(\ell)} +$$
$$+ \left(p_{k-1/2}^{(\ell)} + \frac{h}{2} q_k^{(\ell)} \right) \Delta_{k-1}^{(\ell)} = h^2 g\left(x;\, y_{k-1}^{(\ell)};\, y_k^{(\ell)};\, y_{k+1}^{(\ell)}\right) -$$
$$- p_{k-1/2}^{(\ell)} y_{k-1}^{(\ell)} + (p_{k-1/2}^{(\ell)} + p_{k+1/2}^{(\ell)}) y_k^{(\ell)} - p_{k+1/2}^{(\ell)} y_{k+1}^{(\ell)},\ 1 \le k \ge n-1, \tag{14}$$
$$\alpha_{00} \Delta_0^{(\ell)} + \beta_{00} \Delta_1^{(\ell)} = 0,$$
$$\alpha_{11} \Delta_{n-1}^{(\ell)} + \beta_{11} \Delta_n^{(\ell)} = 0.$$

Разностную задачу (14) решаем методом прогонки. Вводя переменные

$$A_k = p_{k-1/2}^{(\ell)} - h q_k^{(\ell)} / 2,$$
$$C_k = p_{k+1/2}^{(\ell)} + h q_k^{(\ell)} / 2,$$
$$B_k = -(p_{k-1/2}^{(\ell)} + p_{k+1/2}^{(\ell)}) + h \frac{\partial q_k^{(\ell)}}{\partial y_k} \frac{y_{k+1}^{(\ell)} - y_{k-1}^{(\ell)}}{2} + h^2 \left(y_k^{(\ell)} \frac{\partial r_k^{(\ell)}}{\partial y_k} + r_k^{(\ell)} \right),$$
$$F_k = h^2 g(x_k;\, y_{k-1}^{(\ell)};\, y_k^{(\ell)};\, y_{k+1}^{(\ell)}) - p_{k-1/2}^{(\ell)} y_{k-1}^{(\ell)} + (p_{k-1/2}^{(\ell)} + p_{k+1/2}^{(\ell)}) y_k^{(\ell)} - p_{k+1/2}^{(\ell)} y_{k+1}^{(\ell)},$$
$$g_k = f_k - q_k^{(\ell)} \frac{y_{k+1}^{(\ell)} - y_{k-1}^{(\ell)}}{2h} - r_k^{(\ell)} y_k^{(\ell)},\ 1 \le k \le n-1, \tag{15}$$

перепишем систему следующим образом:

$$\alpha_{00} \Delta_0^{(\ell)} + \beta_{00} \Delta_1^{(\ell)} = 0,$$
$$A_k \Delta_{k-1}^{(\ell)} + B_k \Delta_k^{(\ell)} + C_k \Delta_{k+1}^{(\ell)} = F_k^{(\ell)},\ 1 \le k \le n-1,$$
$$\alpha_{11} \Delta_{n-1}^{(\ell)} + \beta_{11} \Delta_n^{(\ell)} = 0. \tag{16}$$

Будем искать решение системы (16) по методу правой прогонки, которое состоит в следующем:

1) находим значения $L_0 = -\beta_{00}/\alpha_{00}$, если $\alpha_{00} \ne 0, L_0 = 0$, если $\alpha_{00} = 0, K_0 = 0$;
2) по рекуррентным формулам

$$L_k = -\frac{C_k}{A_k L_{k-1} + B_k},\ K_k = \frac{F_k - A_k K_{k-1}}{A_k L_{k-1} + B_k}, 1 \le k \le n-1$$

последовательно вычисляем $L_1, K_1, L_2, K_2, \cdots, L_{n-1}, K_{n-1}$;

3) находим $\Delta_n = -K_{n-1}/(L_{n-1}+1)$;
4) по формуле $\Delta_k = L_k \Delta_{k+1} + K_k, n-1 \le k \le 1$ вычисляем $\Delta_{n-1}, \Delta_{n-2}, \cdots, \Delta_0$.

Для переменной $y_k^{(l+1)}$ имеем следующую систему

$$y_k^{(\ell+1)} = y_k^{(\ell)} + \Delta_k^{(\ell)},\ 1 \le k \le n-1,$$
$$\alpha_{00} y_0^{(\ell+1)} + \beta_{00} y_1^{(\ell+1)} = \gamma_0,$$
$$\alpha_{11} y_{n-1}^{(\ell+1)} + \beta_{11} y_n^{(\ell+1)} = \gamma_1.$$

<u>Пример 1</u>. Найти решение краевой задачи

$$y'' = 2 + y^2,\ 0 \le x \le 1,$$
$$y(0) = y(1) = 0.$$

Решение. Здесь

$$p(x) = 1, q(x) = 0, r(x) = -y,\ f(x) = 2,$$
$$\alpha_0 = 1, \beta_0 = 0, \gamma_0 = 0, \alpha_1 = 1, \beta_1 = 0, \gamma_1 = 0.$$

Берем $h = 1/3$, тогда $n = 4$. Положим $x_0 = -1/6$. Тогда будет

$$x_0 = -1/6, \cdots,\ x_4 = 7/6.$$

Учитывая, что $g(x_k; y_{k-1}; y_k; y_{k+1}) = 2 + y_k^2$, определяем

$$\frac{\partial g}{\partial y_{k-1}} = 0,\ \frac{\partial g}{\partial y_k} = 2y_k,\ \frac{\partial g}{\partial y_{k+1}} = 0.$$

Определяя $\alpha_{00} = \alpha_{11} = \beta_{00} = \beta_{11} = 1/2$ для переменной $\Delta_k^{(l)}$ система принимает вид

$$\Delta_{k+1}^{(\ell)} - \left(2 + y_k^{(\ell)}/9 + h^2 y_k^{(\ell)}\right)\Delta_k^{(\ell)} + \Delta_{k-1}^{(\ell)} = h^2(2 + y_k^2) - y_{k-1}^{(\ell)} + 2y_k^{(\ell)} - y_{k+1}^{(\ell)},\ 1 \le k \ge n-1,$$
$$\Delta_0^{(\ell)} + \Delta_1^{(\ell)} = 0,$$
$$\Delta_{n-1}^{(\ell)} + \Delta_n^{(\ell)} = 0.$$

Полученную разностную задачу решаем методом прогонки. Вводя переменные

$$A_k = 1,\ C_k = 1,\ B_k = -2 - 2/9\, y_k = -2(1 + y_k/9),$$
$$F_k = h^2(2 + y_k^2) - y_{k-1} + 2y_k - y_{k+1},\ 1 \le k \le n-1,$$

перепишем систему следующим образом:

$$\Delta_0^{(\ell)} + \Delta_1^{(\ell)} = 0,$$
$$A_k \Delta_{k-1}^{(\ell)} + B_k \Delta_k^{(\ell)} + C_k \Delta_{k+1}^{(\ell)} = F_k^{(\ell)},\ 1 \le k \le n-1,$$
$$\Delta_{n-1}^{(\ell)} + \Delta_n^{(\ell)} = 0.$$

Будем искать решение системы по методу правой прогонки:

1) находим значения $L_0 = -1, K_0 = 0$;
2) по рекуррентным формулам

$$L_k = -\frac{1}{L_{k-1} + B_k},\ K_k = \frac{F_k - K_{k-1}}{L_{k-1} + B_k}, 1 \le k \le n-1$$

последовательно вычисляем $L_1, K_1, L_2, K_2, \cdots, L_{n-1}, K_{n-1}$;

3) находим $\Delta_n = -K_{n-1}/(L_{n-1}+1)$;
4) по формуле $\Delta_k = L_k\,\Delta_{k+1} + K_k, n-1 \le k \le 1$ вычисляем $\Delta_{n-1}, \Delta_{n-2}, \cdots, \Delta_0$.

В качестве нулевого приближения выбираем $y_k^{(0)} = x_k(x_k - 1)$.

Для переменной $y_k^{(l+1)}$ имеем следующую систему

$$y_k^{(\ell+1)} = y_k^{(\ell)} + \Delta_k^{(\ell)},\ 1 \le k \le n-1,$$
$$y_0^{(\ell+1)} + y_1^{(\ell+1)} = 0,$$
$$y_{n-1}^{(\ell+1)} + y_n^{(\ell+1)} = 0.$$

Результаты вычислений приведены в таблице 1.

Таблица 1.

k	0	1	2	3	4
x_k	-1.0	-0.5	0	0.5	1.0
$y_k^{(0)}$	0	-0.1700	-0.1700	-0.1000	0
$\Delta_k^{(0)}$	0	$2.22\cdot10^{-3}$	$3.33\cdot10^{-3}$	$-1.12\cdot10^{-6}$	0
$y_k^{(1)}$	0	-0.1678	-0.1667	-0.1000	0
$\Delta_k^{(1)}$	0	$1.12\cdot10^{-3}$	$6.57\cdot10^{-6}$	$3.40\cdot10^{-6}$	0
$y_k^{(2)}$	0	-0.1667	-0.1667	-0.1000	0
$\Delta_k^{(2)}$	0	$-3.20\cdot10^{-6}$	$-2.87\cdot10^{-6}$	$-1.14\cdot10^{-6}$	0
$y_k^{(3)}$	0	-0.1667	-0.1667	-0.1000	0

Пример 2. Найти решение краевой задачи

$$y'' + 2 + yy' = 0,\ 0 \le x \le 4,$$
$$y(0) = 1,\ y(4) = 0.2.$$

Решение. Здесь

$$p(x) = 1,\ q(x) = 2y,\ r(x) = 0,\ f(x) = 0,$$
$$\alpha_0 = 1,\ \beta_0 = 0,\ \gamma_0 = 1,\ \alpha_1 = 1,\ \beta_1 = 0,\ \gamma_1 = 0.2.$$

Берем $h = 4/7$, тогда $n = 8$. Положим $x_0 = -2/7$. Тогда будет

$$x_0 = -2/6, \ldots, x_4 = 30/7.$$

Учитывая, что $g(x_k; y_{k-1}; y_k; y_{k+1}) = -y_k \frac{y_{k+1} - y_{k-1}}{h}$, определяем

$$\frac{\partial g}{\partial y_{k-1}} = \frac{y_k}{h},\ \frac{\partial g}{\partial y_k} = -\frac{y_{k+1} - y_{k-1}}{h},\ \frac{\partial g}{\partial y_{k+1}} = -\frac{y_k}{h}.$$

Определяя $\alpha_{00} = \alpha_{11} = \beta_{00} = \beta_{11} = 1/2$, для переменной $\Delta_k^{(l)}$ система принимает вид

$$(1 + hy_k^{(\ell)})\Delta_{k+1}^{(\ell)} - \left(2 - h(y_{k+1}^{(\ell)} - y_{k-1}^{(\ell)}\right)\Delta_k^{(\ell)} + (1 - hy_k^{(\ell)})\Delta_{k-1}^{(\ell)} =$$
$$= hy_k^{(\ell)}(y_{k+1}^{(\ell)} - y_{k-1}^{(\ell)}) - y_{k-1}^{(\ell)} + 2y_k^{(\ell)} - y_{k+1}^{(\ell)},\ 1 \le k \ge n-1,$$
$$\Delta_0^{(\ell)} + \Delta_1^{(\ell)} = 0,$$
$$\Delta_{n-1}^{(\ell)} + \Delta_n^{(\ell)} = 0.$$

Полученную разностную задачу решаем методом прогонки. Вводя переменные

$$A_k = 1 - hy_k,\ C_k = 1 + hy_k,\ B_k = -2 + h(y_{k+1} - y_{k-1}),$$
$$F_k = h^2 g_k - y_{k-1} + 2y_k - y_{k+1},\ 1 \le k \le n-1,$$

перепишем систему следующим образом:

$$\Delta_0^{(\ell)} = 0,$$
$$A_k \Delta_{k-1}^{(\ell)} + B_k \Delta_k^{(\ell)} + C_k \Delta_{k+1}^{(\ell)} = F_k^{(\ell)},\ 1 \le k \le n-1,$$
$$\Delta_n^{(\ell)} = 0.$$

Будем искать решение системы по методу правой прогонки:

1) находим значения $L_0 = 0, K_0 = 0$;
2) по рекуррентным формулам

$$L_k = -\frac{C_k}{A_k L_{k-1} + B_k},\ K_k = \frac{F_k - A_k K_{k-1}}{A_k L_{k-1} + B_k}, 1 \le k \le n-1$$

последовательно вычисляем $L_1, K_1, L_2, K_2, \cdots, L_{n-1}, K_{n-1}$;

3) находим $\Delta_n = 0$;
4) по формуле $\Delta_k = L_k \Delta_{k+1} + K_k, n-1 \le k \le 1$ вычисляем $\Delta_{n-1}, \Delta_{n-2}, \cdots, \Delta_0$.

В качестве нулевого приближения выбираем $y_k^{(0)} = (1 + x_k)^{-1}$.

Для переменной $y_k^{(l+1)}$ имеем следующую систему

$$y_k^{(\ell+1)} = y_k^{(\ell)} + \Delta_k^{(\ell)},\ 1 \le k \le n-1,$$
$$y_0^{(\ell+1)} + y_1^{(\ell+1)} = 0,$$
$$y_{n-1}^{(\ell+1)} + y_n^{(\ell+1)} = 0.$$

Результаты вычислений приведены в таблице 2.

Таблица 2.

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8
x_k	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
$y_k^{(0)}$	1.0	0.67	0.51	0.41	0.33	0.29	0.24	0.22	0.2
$\Delta_k^{(0)}$	0	$-3\cdot10^{-3}$	$-1\cdot10^{-2}$	$-1\cdot10^{-2}$	$3\cdot10^{-3}$	$-4\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-2}$	$2\cdot10^{-3}$	0
$y_k^{(1)}$	1.0	0.6667	0.5000	0.4000	0.3334	0.2857	0.2500	0.2222	0.2
$\Delta_k^{(1)}$	0	$1\cdot10^{-5}$	$6\cdot10^{-6}$	$-4\cdot10^{-5}$	$-1\cdot10^{-5}$	$-4\cdot10^{-6}$	$2\cdot10^{-5}$	$1\cdot10^{-6}$	0
$y_k^{(2)}$	1.0	0.6667	0.5000	0.4000	0.3333	0.2857	0.2500	0.2222	0.2
$\Delta_k^{(2)}$	0	$-1\cdot10^{-5}$	$-2\cdot10^{-5}$	$-1\cdot10^{-5}$	$-7\cdot10^{-6}$	$-4\cdot10^{-6}$	$-3\cdot10^{-6}$	$-1\cdot10^{-6}$	0
$y_k^{(3)}$	1.0	0.6667	0.4999	0.3999	0.3333	0.2857	0.2499	0.2222	0.2

Анализ результатов вычислительного эксперимента позволяет сделать выводы и об аппроксимационных свойствах схемы и о выборе сеточной области для различных методов решения задачи Коши.

Внимательному и мыслящему читателю советуем сравнить результаты вычислительных экспериментов с методом ортогональной прогонки [2], методом дифференциальной прогонки [3], методом вариации постоянных [4].

Библиографический список:

1. Годунов С.К. Метод ортогональной прогонки для решения системы разностных уравнений. ЖМВ и МФ. – 1962. – Т.2, № 6.

2. Веретенников В.Н, Большаков В.А. Решение разностного уравнения методом ортогональной прогонки (вычислительные эксперименты). ТНЖ Точная наука. Вып. № 60. Кемерово. – 2019. – 8-16 с.

3. Веретенников В.Н. Решение разностного уравнения методом дифференциальной прогонки (вычислительные эксперименты). ТНЖ Точная наука. Вып. № 65. Кемерово. – 2019. – 17-18 с.

4. Веретенников В.Н. Решение разностного уравнения методом вариации постоянных (вычислительные эксперименты). ТНЖ Точная наука. Вып. № 61. Кемерово. – 2019. - 11-14 с.

Кондрашков Анатолий Викторович
Kondrashkov Anatoly Viktorovich
К.ф.-м.н., Российский государственный гидрометеорологический университет,
Санкт-Петнрбург. E-mail: ankonxix@yandex.ru

УДК 517.968.22

МЕТОД ПРОИЗВОДЯЩЕЙ ФУНКЦИИ СТОХАСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА «РОЖДЕНИЯ И ГИБЕЛИ» В СЛУЧАЕ ЭПИДЕМИИ МАК-КЕНДРИКА

METHOD OF GENERATING FUNCTION OF STOCHASTIC BIRTH-AND-DEATH PROCESS IN CASE OF MC KENDRICK EPIDEMIC

Аннотация: Для общего случайного процесса «рождения и гибели» его производящая функция может быть использована с целью количественно оценить параметры состояния, а также их флуктуации. В случае марковского процесса эпидемии производящая функция может быть найдена как решение линейного уравнения с частными производными 2-го порядка. В связи с наличием большого параметра последующие преобразования ведут к нелинейному уравнению с частными производными 1-го порядка (в форме уравнения Гамильтона-Якоби). Такой подход позволяет получить две системы обыкновенных дифференциальных уравнений, поиск приближенных решений которых реализуется численными методами.

Annotation: For general random birth-and-death process its generating function can be used to quantify both state parameters and their fluctuations. In the case of the Markov epidemic process, the generating function can be found as a solution of a second-order linear partial differential equation. Due to the presence of a large parameter, next transformations lead to a nonlinear partial differential equation of the first order (in the form of the Hamilton-Jacobi equation). This approach allows us to obtain two systems of ordinary differential equations, the search for approximate solutions of which is implemented by numerical methods.

Ключевые слова: Формализм «рождения и гибели», марковский процесс, фундаментальное уравнение, средние значения, дисперсии, ковариации, производящая функция, уравнение Бейли-Колмогорова, уравнение Гамильтона-Якоби.

Keywords: Birth-and-death formalism, Markov process, fundamental equation, mean values, variances, covariances, generating function, Bailey-Kolmogorov equation, Hamilton-Jacobi equation.

Введение. В ряде наук встречаются процессы «рождения и гибели», допускающие единый подход к построению математических моделей на основе стохастических методов. Подходящие примеры можно найти в химии (процессы химических реакций), биологии (динамика популяций организмов) и медицине (процессы эпидемий), а также в экономике и технических науках. Один из эффективных способов анализа случайных процессов «рождения и гибели» связан с переходом к поиску решений специальных уравнений с частными производными.

Формализм «рождения и гибели». Для описания состояний макроскопической системы вводится строка $\xi = (\xi_1, \dots, \xi_n)$ макропеременных ξ_i, причем каждая переменная ξ_i (численность агентов -го вида) рассматривается как дискретная случайная величина, которая может принимать любые целые значения $k_i \geq 0$. Векторы $k = (k_1, \dots, k_n) \geq 0$ образуют область возможных значений случайного вектора $\xi = (\xi_1, \dots, \xi_n)$. Кроме того, $n \ll N$, где N – число степеней свободы.

При построении конкретной модели нередко предполагают, что процесс *марковский* и выполняется *фундаментальное уравнение* (ФУ) [1] вида

$$\partial_t P(k;t) = \sum_{k' \neq k} \{w_{k'k} P(k';t) - w_{kk'} P(k;t)\},$$

где $P(k;t)$ - вероятность состояния «$\xi = k$» в момент времени t, а $w_{k'k}$ определяется вероятными переходами за единицу времени из одного состояния в другое ($k' \to k$) по заданной схеме превращений. Фактически принимаются некие условия ([1], [2], [3]), обеспечивающие выводимость ФУ из уравнения Чепмена-Колмогорова. (В работах [2] и [3] называют ФУ другими словами.) При этом процессы дрейфа и диффузии исключены из рассмотрения.

Об идентификации фундаментального уравнения. На этом этапе требуется определить все коэффициенты $w_{k'k}$ в соответствии с описанием механизма превращений. В случае конкретного

процесса выбор $w_{k'k}$ является прерогативой предметного исследования. (Примеры можно найти в работах [1], [2], [3], [4].) С формальной точки зрения можно принять следующие условия:

(а) $w_{k'k} = Q_{k'-k}(k)$, где $Q_l(\cdot)$ – многочлены степени $\leq m$;

(б) множество многочленов $Q_l \neq 0$ конечное.

Число m называют *порядком* марковского процесса.

Производящая функция. Теоретически основная задача состоит в нахождении $P(k;t)$ как решения ФУ для всех $k \geq 0$ в каждый момент времени t. Допустим временно, что теоретическое решение каким-либо способом уже получено. Тогда для параметров состояния мы можем определить средние значения (т. е. математические ожидания) и моменты 2-го порядка:

$$\langle \xi_i \rangle \coloneqq \sum_{k\geq 0} k_i P(k;t), \quad \langle \xi_i \xi_j \rangle \coloneqq \sum_{k\geq 0} k_i k_j P(k;t).$$

Ковариации выражаются формулами:

$$\langle \delta\xi_i \delta\xi_j \rangle \coloneqq \langle (\xi_i - \langle \xi_i \rangle)(\xi_j - \langle \xi_j \rangle) \rangle = \langle \xi_i \xi_j \rangle - \langle \xi_i \rangle \langle \xi_j \rangle.$$

Все эти величины позволяют не только показать эволюцию системы, но и оценить «размер флуктуаций», а также получить полезные данные о характере процесса. В частности, для оценки флуктуаций используют дисперсии:

$$\langle (\delta\xi_i)^2 \rangle \coloneqq \langle (\xi_i - \langle \xi_i \rangle)^2 \rangle = \langle (\xi_i)^2 \rangle - \langle \xi_i \rangle^2.$$

Чтобы иным способом определить средние значения $\langle \xi_i \rangle$ и моменты $\langle \xi_i \xi_j \rangle$, можно ввести *производящую функцию* (ПФ) формулой ([1], [2], [3])

$$F(s;t) \coloneqq \sum_{k\geq 0} s^k P(k;t),$$

где $s = (s_1, \dots, s_n)$ - строка действительных переменных s_i, а $s^k = {s_1}^{k_1} \cdot \dots \cdot {s_n}^{k_n}$. Очевидно, что

$$F(\vec{\mathbf{1}};t) = \sum_{k\geq 0} P(k;t) = 1,$$

где $\vec{\mathbf{1}} \coloneqq (1, \dots, 1)$. С использованием ПФ средние значения и моменты 2-го порядка вычисляются по формулам:

$$\langle \xi_i \rangle = \frac{\partial F}{\partial s_i}(\vec{\mathbf{1}};t); \quad \langle {\xi_i}^2 \rangle = \left\{ \frac{\partial}{\partial s_i} \left(s_i \frac{\partial F}{\partial s_i} \right) \right\} \Big|_{s=\vec{\mathbf{1}}} = \langle \xi_i \rangle + \frac{\partial^2 F}{\partial {s_i}^2}(\vec{\mathbf{1}};t),$$

$$\langle \xi_i \xi_j \rangle = \frac{\partial^2 F}{\partial s_i \partial s_j}(\vec{\mathbf{1}};t) \quad (i \neq j),$$

Метод производящей функции связан с использованием дифференциального уравнения с частными производными (УЧП), решением которого служит ПФ $F(s;t)$. Такое уравнение для ПФ выводится на основе ФУ при выполнении указанных выше условий. Здесь принципиально важно, что сама ПФ может быть найдена как решение полученного УЧП. (Примеры можно найти в работах [1], [2].) Ниже рассматривается случай Мак-Кендрика из теории эпидемий.

Уравнение Бейли-Колмогорова. В своих работах [4] и [5] Н. Бейли рассматривал, в частности, модель распространения эпидемии в системе двух видов агентов, используя для описания марковский процесс «рождения и гибели» $\xi = (\xi_1, \xi_2)$ второго порядка ($m = 2$), где ξ_1 - число восприимчивых, а ξ_2 - число инфицированных. Там же для ПФ было установлено линейное УЧП следующего вида:

$$\frac{\partial F}{\partial t} = \beta(y^2 - xy)\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} + \gamma(1-y)\frac{\partial F}{\partial y} + \mu(x-1)F,$$

где $x = s_1$ и $y = s_2$ – «двойственные» переменные, а β, γ, μ – положительные постоянные. (Нередко [6] такое уравнение связывают с именем А. Н. Колмогорова.) Сюда следует присоединить естественное начальное условие (при $t = 0$):

$$F(s;0) = s^\nu, \quad \nu = (\nu_1, \nu_2),$$

где ν_1 - число восприимчивых агентов, а ν_2 - число инфицированных. Таким образом, задача сводится к нахождению ПФ $F(s;t)$ при $t > 0$.

Способы идентификации. Речь идет о получении числовых значений β, γ, μ. В этом деле предметное исследование располагает двумя подходами.

Один из них, традиционный, упомянут в работе [6].

Другой подход, рассмотренный в книгах [4] и [5], связан с тем, что параметры УЧП

наследуются из детерминированной модели в виде динамической системы

$$\frac{d\xi_1}{dt} = -\beta\xi_1\xi_2 + \mu, \quad \frac{d\xi_2}{dt} = \beta\xi_1\xi_2 - \gamma\xi_2.$$

Таким образом, если имеются ряды числовых данных $\{\xi_{1j}\}$ и $\{\xi_{2j}\}$ (где $1 \le j \le r$), полученные в результате наблюдений, то параметры этой системы ОДУ могут быть найдены по методу МНК (как в работе [7]). Для определенности можно принять, что $\beta > 0$, $\gamma > 0$, $\mu > 0$ по итогам идентификации.

Замечания. Некоторые прикладные авторы ошибочно относят линейные УЧП типа Бейли-Колмогорова к уравнениям параболического типа. Очень простое УЧП данного типа впервые рассмотрел Н. С. Пискунов [8], причем не только установил некорректность начальной задачи, но и предложил способ получения семейств частных решений.

В дальнейшем эта тематика по проблемам «псевдопараболических» УЧП нашла продолжение в ряде исследований, достаточно полный перечень которых можно найти в работах [9], [10]. Не исключено, что их результаты окажутся полезными в деле анализа процессов «рождения и гибели».

С другой стороны, аналогичные УЧП для ПФ были также зафиксированы в ряде работ (см. [1], [3]), относящихся к другим предметным областям (таким, как химия и экономика). В этих работах для нахождения приближенных ПФ применялись асимптотические методы (по аналогии с методом ВКБ [11] из квантовой механики). Ниже этот подход реализуется в случае рассматриваемого процесса эпидемии.

Переход к уравнению типа Гамильтона-Якоби. Полезно ввести вместо s новые переменные $z = (z_1, z_2)$, где

$$z_1 = s_1 - 1, \quad z_2 = s_2 - 1.$$

Тогда уравнение Бейли-Колмогорова приобретает следующий вид:

$$\frac{\partial F}{\partial t} + \beta(1 + z_2)(z_1 - z_2)\frac{\partial^2 F}{\partial z_1 \partial z_2} + \gamma z_2 \frac{\partial F}{\partial z_2} - \mu z_1 F = 0.$$

Далее, пусть $\lambda > 0$ - большой параметр. Будем искать ПФ в соответствии с формулой

$$F\big(z + \vec{\mathbf{1}}; t\big) = \exp(\lambda\, S(\lambda t; z)).$$

Понятно, что «фазовая функция» $S(t^*; z)$ может быть найдена как решение нелинейного УЧП:

$$\frac{\partial S}{\partial t^*} + \beta(1 + z_2)(z_1 - z_2)\left(\frac{\partial S}{\partial z_1}\frac{\partial S}{\partial z_2} + \frac{1}{\lambda}\frac{\partial^2 S}{\partial z_1 \partial z_2}\right) + \gamma^* z_2 \frac{\partial S}{\partial z_2} - \mu^* z_1 = 0,$$

где $t^* = \lambda t$, $\gamma^* = \gamma/\lambda$, $\mu^* = \mu/\lambda^2$. Отбрасывая в этом уравнении смешанную производную $\partial^2 S/\partial z_1 \partial z_2$ с малым множителем $1/\lambda$, получим для нахождения $S(t^*; z)$ нелинейное УЧП 1-го порядка, которое приобретает форму уравнения Гамильтона-Якоби

$$\frac{\partial S}{\partial t^*} + H(z, \nabla S) = 0$$

с «гамильтонианом»

$$H(z; \zeta) \coloneqq \beta(1 + z_2)(z_1 - z_2)\zeta_1\zeta_2 + \gamma^* z_2 \zeta_2 - \mu^* z_1,$$

где $\zeta = (\zeta_1, \zeta_2)$ - «импульсные» переменные. Ниже будем искать $S(t^*; z)$ в виде формального степенного ряда (по степеням z):

$$S(t^*; z) = u_1(t^*)z_1 + u_2(t^*)z_2 + \frac{1}{2}u_{11}(t^*)z_1^2 + \frac{1}{2}u_{22}(t^*)z_2^2 + u_{12}(t^*)z_1 z_2 + \cdots.$$

Легко видеть, что средние значения, дисперсии и ковариация выражаются простыми формулами (при $t \ge 0$):

$$\langle \xi_i(t) \rangle = \lambda u_i(t^*);$$
$$\langle (\delta\xi_i(t))^2 \rangle = \lambda\big(u_i(t^*) + u_{ii}(t^*)\big), \quad \langle \delta\xi_1(t)\delta\xi_2(t) \rangle = \lambda u_{12}(t^*).$$

Небольшой анализ начального условия для ПФ показывает, что в качестве λ следует принять (приближенно)

$$\lambda = \nu_1 + \nu_2.$$

Попутно выясняются стартовые условия (при $t = 0$) для нахождения средних значений, дисперсий и ковариации:

$$\langle \xi_i(0) \rangle = \nu_i;$$
$$\langle (\delta\xi_i(0))^2 \rangle = 0, \quad \langle \delta\xi_1(0)\delta\xi_2(0) \rangle = 0.$$

Поиск приближенного решения для уравнения Гамильтона-Якоби. Чтобы определить

функции $u_i(t^*)$ и $u_{ij}(t^*)$, подставим формальное разложение $S(t^*;z)$ в уравнение Гамильтона-Якоби, а потом приравняем коэффициенты при одинаковых степенях z. В результате выкладки пара функций $u_i(t^*)$ может быть найдена как решение нелинейной системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)

$$\frac{du_1}{dt^*} + \beta u_1 u_2 - \mu^* = 0, \quad \frac{du_2}{dt^*} - \beta u_1 u_2 + \gamma^* u_2 = 0 \tag{1}$$

с учетом начальных условий (при $t^* = 0$)

$$u_1(0) = \nu_1/\lambda, \quad u_2(0) = \nu_2/\lambda.$$

Для нахождения тройки функций $u_{ij}(t^*)$ возникает система ОДУ

$$\begin{cases} \dfrac{du_{11}}{dt^*} + 2\beta u_2 u_{11} + 2\beta u_1 u_{12} = 0, \\ \dfrac{du_{22}}{dt^*} + 2(-\beta u_1 + \gamma^*)u_{22} - 2\beta u_2 u_{12} - 2\beta u_1 u_2 = 0, \\ \dfrac{du_{12}}{dt^*} - \beta u_2 u_{11} + \beta u_1 u_{22} + (-\beta u_1 + \beta u_2 + \gamma^*)u_{12} + \beta u_1 u_2 = 0 \end{cases} \tag{2}$$

с начальными условиями (при $t^* = 0$)

$$u_{11}(0) = -\nu_1/\lambda, \quad u_{22}(0) = -\nu_2/\lambda, \quad u_{12}(0) = 0.$$

Отметим, что первая задача Коши независимая. Однако ее точное решение существует только как теоретическое. Найденные функции $u_i(t^*)$ входят с состав второй системы ОДУ (в ее коэффициенты и свободные слагаемые), так что нет смысла говорить о точном решении второй задачи Коши. Вместе с тем ничто не мешает реализовать в обоих случаях поиск приближенного решения численными методами с использованием современных систем компьютерной математики. В частности, система *Wolfram Mathematica* обладает эффективными средствами поиска решений для систем ОДУ (как аналитическими, так и численными методами), а также необходимыми средствами визуализации данных.

Положение равновесия и вопросы устойчивости. Введем полезные обозначения:

$$U \coloneqq (u_1, u_2, u_{11}, u_{22}, u_{12}), \quad u \coloneqq (u_1, u_2).$$

Таким образом, $U(t^*)$ - решение объединенной системы ОДУ (1)-(2), а $u(t^*)$ - решение ее подсистемы (1). Легко видеть, что единственное *положение равновесия* $\breve{U}$ (оно же – *стационарное решение*) имеет компоненты

$$\breve{u}_1 \coloneqq \frac{\gamma^*}{\beta}, \quad \breve{u}_2 \coloneqq \frac{\mu^*}{\gamma^*}, \quad \breve{u}_{11} \coloneqq \frac{(\gamma^*)^3}{\beta^2\mu^*}, \quad \breve{u}_{22} \coloneqq \frac{\gamma^*}{\beta}, \quad \breve{u}_{12} \coloneqq -\frac{\gamma^*}{\beta}.$$

Между тем $\breve{u} = (\breve{u}_1, \breve{u}_2)$ будет точкой равновесия для системы (1).

Согласно теории Ляпунова устойчивость положения равновесия $\breve{U}$, определяется спектральными свойствами матрицы Г некой линейной системы ОДУ, полученной в результате линеаризации системы (1)-(2) в окрестности положения равновесия $\breve{U}$. Пусть М - клетка 2×2, расположенная в матрице Г в левом верхнем углу. Фактически М – это матрица линеаризованной системы (1) в окрестности точки равновесия $\breve{u}$. Вычислив характеристический многочлен

$$\det(\mathrm{M} - \sigma\,\mathrm{id}) = \sigma^2 - \frac{\beta\mu^*}{\gamma^*}\sigma + \beta\mu^*,$$

находим собственные значения матрицы М:

$$\sigma_1 = \frac{\beta\mu^* - \sqrt{\beta\mu^*}\,D^{1/2}}{2\gamma^*}, \quad \sigma_2 = \frac{\beta\mu^* + \sqrt{\beta\mu^*}\,D^{1/2}}{2\gamma^*};$$

$$D \coloneqq \beta\mu^* - 4(\gamma^*)^2 = (\beta\mu - 4\gamma^2)/\lambda^2.$$

Дальнейшие вычисления и преобразования дают характеристический многочлен матрицы Г в виде

$$\det(\Gamma - \sigma\,\mathrm{id}) = \left(\sigma^2 - \frac{\beta\mu^*}{\gamma^*}\sigma + \beta\mu^*\right)\left(\sigma^2 - \frac{2\beta\mu^*}{\gamma^*}\sigma + \beta\mu^*\right)\left(\frac{\beta\mu^*}{\gamma^*} - \sigma\right).$$

Отсюда находим спектр $\{\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4, \sigma_5\}$ матрицы Г, где

$$\sigma_3 = \frac{\beta\mu^* - \sqrt{\beta\mu^*}\,D^{1/2}}{\gamma^*} = 2\sigma_1, \quad \sigma_4 = \frac{\beta\mu^* + \sqrt{\beta\mu^*}\,D^{1/2}}{\gamma^*} = 2\sigma_2, \quad \sigma_5 = \frac{\beta\mu^*}{\gamma^*}.$$

Найденный спектр расположен в правой полуплоскости, поскольку

$$\operatorname{Re}\sigma_i > 0 \quad (1 \le i \le 5).$$

В силу этого обстоятельства положение равновесия $\breve{U}$ будет асимптотически устойчивым (по крайней мере, локально). Ясно, что для системы (1) точка равновесия $\breve{u} = (\breve{u}_1, \breve{u}_2)$ также асимптотически устойчивая.

Характер поведения траекторий системы (1) в окрестности точки равновесия $\breve{u}$ определяется выражением D (точнее, его знаком). Здесь можно выделить следующие случаи.

а) Если $\beta\mu - 4\gamma^2 \ge 0$, то состояние равновесия $\breve{u}$ - *устойчивый узел*.

б) Если $\beta\mu - 4\gamma^2 < 0$, то состояние равновесия $\breve{u}$ - *устойчивый фокус*.

Примеры графических расчетов. В каждом из двух случаев было найдено численными методами приближенное решение $U(t^*)$ объединенной системы ОДУ (1)-(2) для начальной задачи на достаточно большом промежутке времени $0 \le t^* \le \tau$.

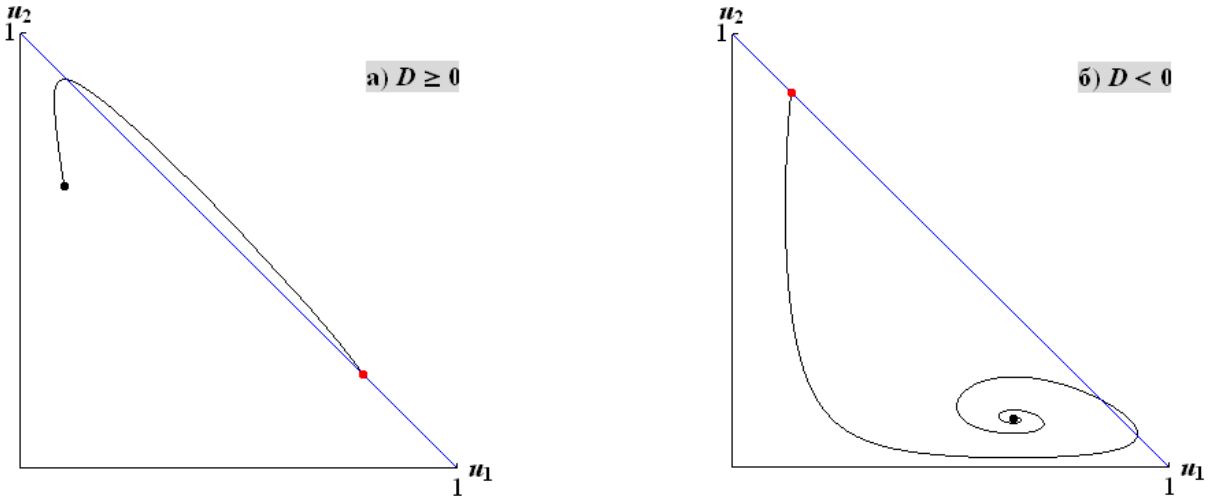


Рис. 1. Эволюция средних значений параметров состояния: $\langle \xi_i \rangle = \lambda u_i$.

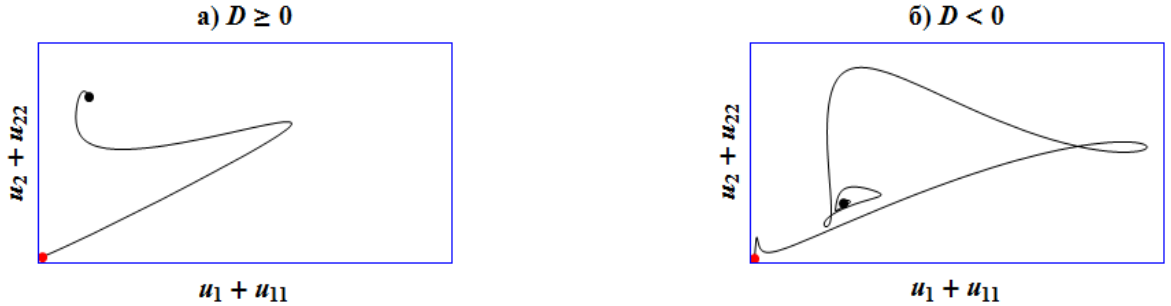


Рис. 2. Эволюция дисперсий: $\langle (\delta\xi_i)^2 \rangle = \lambda(u_i + u_{ii})$.

Заключение. Изложенный выше подход к анализу марковского процесса распространения эпидемии демонстрирует свою полезность, позволяет эффективно выполнить требуемые вычисления. Этим далеко не исчерпываются его возможности. Тем самым «псевдопараболические» УЧП 2-го порядка (типа Бейли-Колмогорова) заслуживают отдельного исследования.

Библиографический список:

1. Гардинер К. В. Стохастические методы в естественных науках. - М.: Мир, 1986. – 527 с.

2. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. - М.: Мир, 1979. - 512 с.

3. Занг В.-Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. — М.: Мир 1999. – 335 с.

4. Bailey N. T. J. The elements of stochastic processes, with applications to natural sciences (Wiley, 1964). - 240 p.

5. Бейли Н. Математика в биологии и медицине. - М.: Мир, 1970. - 327 с.

6. Калинкин А. В., Кривцов С. А. Спиралевидные реализации марковского процесса рождения и гибели квадратичного типа $T_1 + T_2 \to 2T_1$, $T_1 \to 0$, $0 \to T_2$. // Обозрение прикладной и промышленной математики (Москва, МГТУ), 2012, т. 19, вып. 3.

7. Кондрашков А. В., Пичугин Ю. А. Идентификация и статистическая проверка

устойчивости модели Вольтерры. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Физико-математические науки». - 2014. - 1(189). - С. 124-135.

8. Пискунов Н. С. Уравнение гиперболо-параболического типа. // Мат. сб., 1938, т. **3**(45), № 2. – С. 259-269.

9. Копыльцов А. В., Кондрашков А. В. Математическое моделирование в естествознании. – СПб., Изд-во СПбГУСЭ, 2011. – 167 с.

10. Кондрашков А. В. О некоторых граничных задачах для псевдопараболического уравнения. // Дифференц. уравнения, 1977, т. **13**, № 1. – С. 90-99.

11. Маслов В. П., Федорюк М. В. Квазиклассическое приближение для уравнений квантовой механики. – М.: «Наука», 1976. – 292 с.

Сыздыков Дюсенгалий Бигалиевич
Syzdykov Dyussengaliy
Пенсионер
E-mail: sdyusen@list.ru

УДК 524.8

СТРУННЫЕ КОЛЬЦА ВСЕЛЕННОЙ, ГАЛАКТИК, ЗВЁЗД И ЧЁРНЫЕ ДЫРЫ

STRING RINGS OF THE UNIVERSE, GALAXIES, STARS, AND BLACK HOLES

Аннотация: Гипотеза об отрицательной материи в виде струнных колец и оси позволяет по-другому взглянуть на многие процессы во Вселенной. В современное время чёрных дыр не должно быть. Отрицательная материя, только своим существованием, отрицают их появление в природе. «Открытие» чёрных дыр во Вселенной, галактиках, звёздах можно отнести к неправильному пониманию явления в центрах галактик, где изображение тёмного пятна они интерпретировали как чёрную дыру.

Abstract: The hypothesis of negative matter in the form of string rings and an axis allows us to look at many processes in the Universe in a different way. In modern times, there should be no black holes. Negative matter, only by its existence, denies their appearance in nature. The "discovery" of black holes in the Universe, galaxies, and stars can be attributed to a misunderstanding of the phenomenon in the centers of galaxies, where they interpreted the image of a dark spot as a black hole.

Ключевые слова: Струнные кольца отрицательной материи. Тор - шар. Тор – эллипсоид. Внутренние и внешние струнные кольца.

Keywords: String rings of negative matter. Tor-Shar. A torus is an ellipsoid. Internal and external string rings.

Введение

Гипотеза о присутствия вокруг любой барионной материи отрицательной объяснило множество проблем, вот некоторые **[1]:**

1. Объяснен принцип движения тел в космосе вокруг центральных тел(планет и т.д.).
2. Отрицательная материя в виде струнного кольца объяснила тёмную материю, её форму и некоторые свойства, но пока мы не знаем её природу. Предполагаем, что она состоит из частиц, которые почти не взаимодействуют с веществом.
3. Приливы и отливы, движение тектонических плит Земли т. д.
4. Переход плазменного тор – шара в газовую тор – эллиптическую Вселенной, её форму.
5. Тор – шаровое устройство Солнца и нашей Галактики.
6. Тайны Луны и некоторых планет.
7. Тёмную энергию Вселенной.
8. Место Галактики во Вселенной.
9. Условие существования чёрных дыр.
10. Конечность Вселенной и так далее.

Список можно продолжить до 94.

Идея о струнной природе отрицательной материи, при таком количестве объяснённых явлений из гипотезы превращается в **теорию струнных колец отрицательной материи (ТСКОМ).** Под неё нужно подвести математическую основу с учётом струнного характера отрицательной материи со всеми её свойствами. Определить из каких частиц она состоит. К сожалению, я не обладаю такими талантами. Направление исследования задаёт струнный характер отрицательной материи и искривлённое им пространство.

Статья вызвана повсеместным «открытием» чёрных дыр. Их находят в разных уголках Вселенной, в ядрах галактик, в центрах звёзд и так далее. От маленьких до гигантских размеров. Теория **ТСКОМ** определяет условия их появления. Об этом в данной статье.

Струнные кольца Вселенной, галактик, звёзд и чёрные дыры

В работе **[1]** рассматривалась тема чёрных дыр. Условием нахождения в структуре вселенных отрицательной материи являлось гарантией отсутствия в ней чёрных дыр,

процессов при которых силы притяжения в определённых точках пространства имели неограниченную величину. Струнные кольца отрицательной материи не только обволакивают любое барионное вещество, но и присутствуют в составе её структурных элементов, где они занимают большую её часть. Об этом в другой книге. Своим присутствием в составе материи они перечёркивают возможность нахождения в современное время во Вселенной чёрных дыр. Теория струнных колец отрицательной материи (**ТСКОМ)** не опровергает возможность их существование в принципе, но только во время своего отсутствия. Исчезновение материи произойдёт очень не скоро, а в конце существования Вселенной. Только с её распадом положительная материя станет образовывать чёрные дыры. Этот процесс начинается с образования маленьких чёрных дыр, гигантские же в начале и в середине существования Вселенной – плод фантазий, противоречие логики развития. Сейчас их находят в галактиках, в звёздах, на Солнце и т.д …

Вся картина устройства Мироздания происходит от представления Большого Взрыва плазменно осколочным явлением, в котором осколки – это вселенные, которые бывают двух видов: тор – шар, эллипс. Тогда это уже Супер Большой Взрыв (СБВ). Снимок 1.

Снимок 1

Процесс эволюции тор - шаровой Вселенной в тор – эллипсоидную, на **рисунке 1** . В момент, когда в середине вселенной находился огненный тор - шар, происходит образование спиральных галактик. Взрывная аннигиляция выбрасывает плазму и газ из ядра в искривление струнных колец .

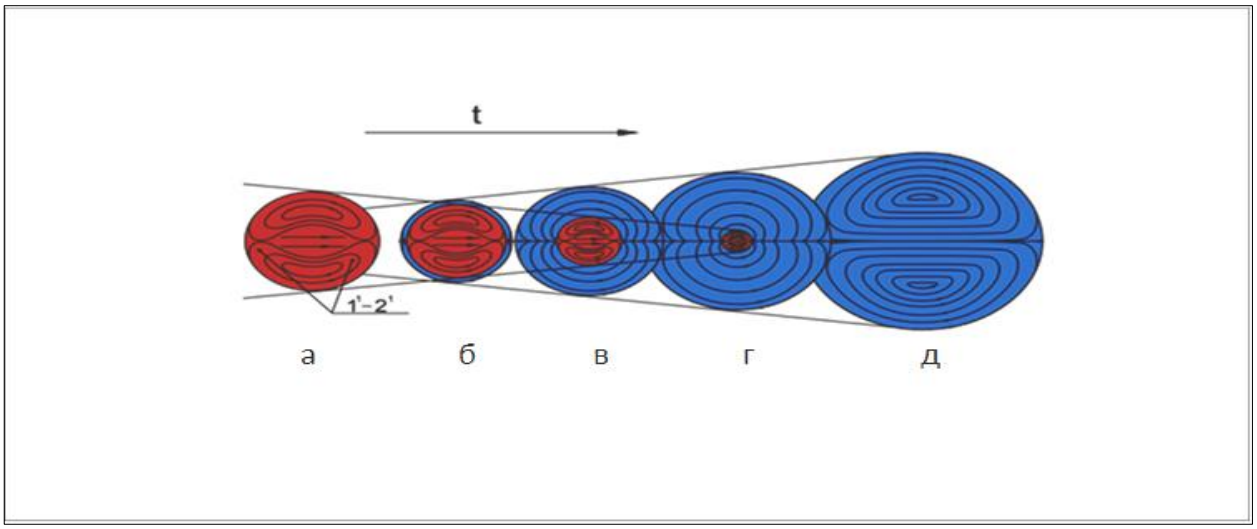


Рисунок 1

Происходит заполнение внутренних струнных колец Вселенной галактиками. Как из плазмы образуются тор - шаровые и эллиптические сгустки **[1].**

Ядро спиральной галактики – это плазменный тор – шар, который в процессе эволюции, выбрасывает в обе стороны от себя, в рукава, плазму и газ. Из плазмы образуются тор – шаровые и шаровые звёзды. Вселенная после полной аннигиляции наполняется тор – шаровыми, эллиптическими галактиками. Водород, конденсируясь на неоднородностях, образовывает газовые звёзды разных типов. Сверхновые, взрываясь, образуют тор – шаровые звёзды, планеты и т.д. Солнце - тор – шар - результат взрыва сверхновой, вещественный состав которого подобен сверхновой. Из плазмы центра галактики могли образоваться звёзды больших размеров. В начальный период жизни Вселенной многие галактики в своих ядрах имели антиматерию. Она могла полностью или частично аннигилировать в ядре, или быть выброшенной в рукава или оставаться в ядре, образовавшейся спиральной галактике. В настоящем, они находятся во Вселенной в виде комет или огненных болидов. Тунгусский метеорит, скорей всего, из их группы. За время существования Земли, особенно в начале, их было много. Наша Галактика (Млечный путь) - это тор – шар, который дорабатывает свой ядерный запас. Долго было непонятно устройство ядра нашей Галактики. 10 апреля 2019 года телескоп Event Horizon (EHT) обнаружил в центре галактики Мессье 87, на расстоянии 50 миллионов световых лет, тёмное пятно. Астрономы увидели отверстие тора. Такое отверстие мы видим на Солнце (youtube.com), такое же отверстие во Вселенной, через которые мы видим черноту Мега – Вселенной (**пятно Эридана – пустота Волопаса**). Увидеть отверстие в торе можно, только если находится на линии оси струнного кольца Вселенной, галактики, солнца.

Астрономы сделали не открытие массивной чёрной дыры, а подтвердили тор – шаровое устройство ядра галактики. Они увидели отверстие тора, которое находится в середине Млечного Пути. Логическая цепочка замкнулась. Тор – шаровое устройство Вселенной, спиральных галактик и Солнца, после взрыва сверхновой - это тор – шаровое, динамичное преобразование материи Мироздания . Параллельно ему происходит образование звёзд, планет и т.д. методом конденсации материи на неоднородностях. Это происходит в искривлениях пространства струнных колец Вселенной, галактик, звёзд, планет. Теория струнных колец отрицательной материи (**ТСКОМ**) полностью опровергает существование чёрных дыр во время её существования, тем более массивных. Она не противоречит ОТО А. Эйнштейна. Они только расходятся во времени.

Отрицательная материя своим существованием отвергает в современное время чёрные дыры.

А. На **рисунке 2** цифрами **1** и **2** – это внешние и внутренние струнные кольца Вселенной, галактики, звезды. **3** – эллиптические галактики, **4** – спиральные , **5** – галактики из антиматерии и т.д. Отверстия торов по направлениям **S** и **Z** у всех трёх объектов похожи, но отличаются только размерами.

Б. Рассмотрим теперь спиральную галактику, где по искривлению пространства её струнных колец перемещаются кометы (болиды) антиматерии – **6,** скопление водорода в

неоднородностях - **7**, взрывы сверхновых - **8** и т.д.

С. Третьими, в линии тор – шаровых объектов, будут звёзды подобные Солнцу, где в искривлениях струнных колец находятся планеты. Как появляются тор – шаровые звёзды ?

Солнце - это плазменный тор – шар, результат взрыва сверхновой.

В современной физике Солнце - это плазменный шар. Эта модель не может объяснить такие явления на звезде. Вот некоторые:

1. Причина поднятия орбиты Меркурия.
2. Аномально высокая температура солнечной короны.
3. Малое количество солнечного нейтрино и другие.

Тор – шаровое устройство нашей Звезды легко их решает. Даже само её появление - это логичное и последовательное событие. Для его объяснения **рисунок 1** нужно рассматривать в обратном порядке, от **Г, В, Б, А,** где в конце плазменный тор – шар. Солнце в позиции **Г** существует в виде маленького затравочного тор – шара, который растёт до **А** за счёт газа, находящегося в искривлениях струнных колец. Газ, пыль окружают тор – шар после взрыва сверхновой. Вселенная, спиральные галактики, тор – шаровые звёзды образовались в результате скоростных действий плазменных потоков, когда середина имеет большую скорость, чем её края, так образуется тор – шар. Что всегда выполняется строго при скоростном распаде плазменного тела. Тёмная материя в виде струнных колец отрицательно материи в корне меняет последовательность образования вселенных, галактик, звёзд. Искривлённое её пространство служило добавочным фактором, которое запутывало всю картину. Этому способствовало её свойство всё отталкивать и поэтому быть невидимой.

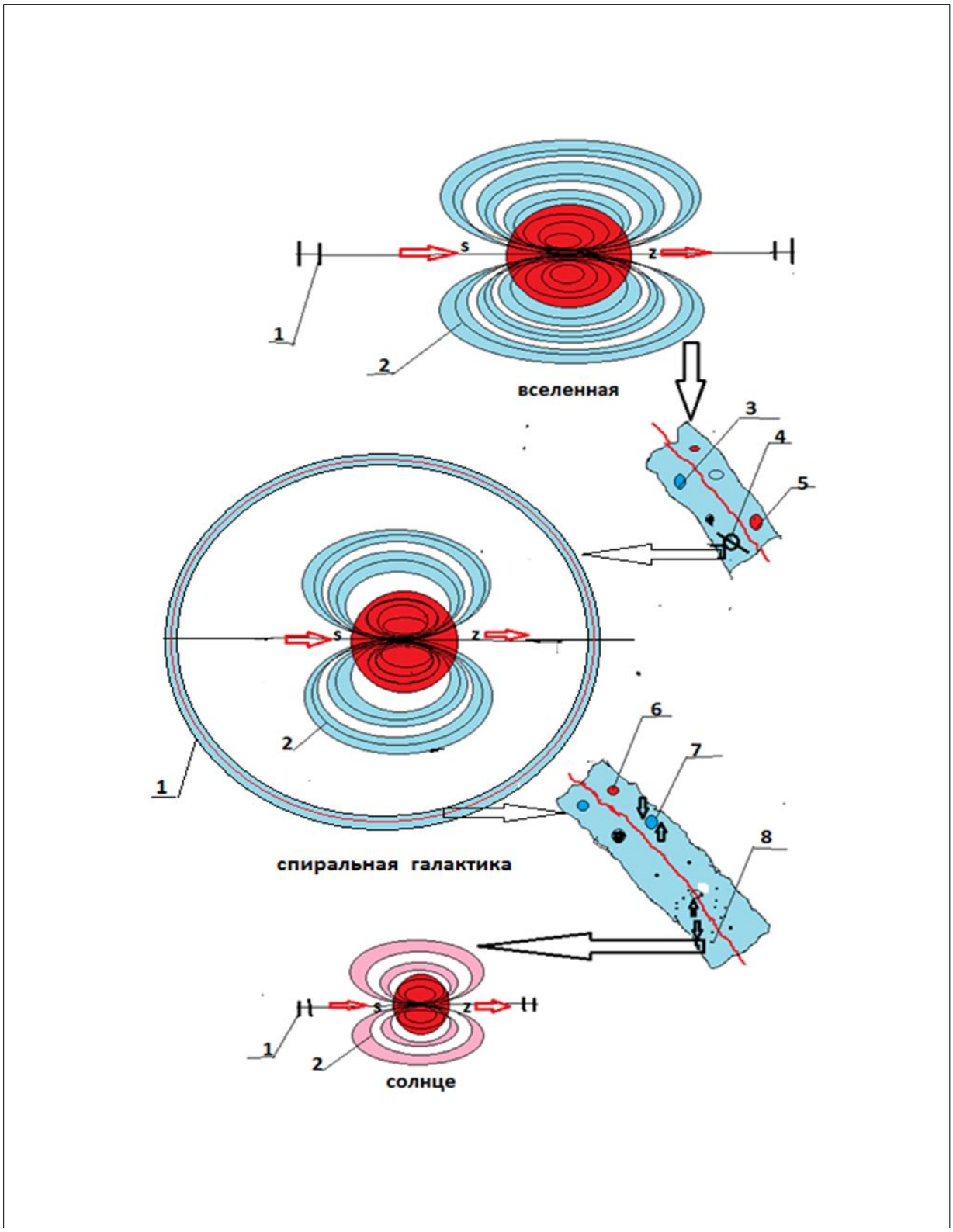


Рисунок 2

На концах направлению **S** и **Z** во Вселенной находятся **пятно Эридана и пустота Волопаса,** через которые мы видим бездну **Мега – Вселенной.**

В спиральных галактиках, при нахождении на оси внешних струнных колец, мы видим в направлениях **S и Z тёмное отверстие.** Её приняли за чёрную дыру в центре галактики, нашли даже гигантские, которые раньше не видели. Вхождение звёзд в отверстие **S** принимали за падение в чёрную дыру, а выход их из **Z** ставило в ступор, не могли понять, почему звёзды её покидают. Логика Большого Взрыва от вселенных, галактик до звёзд, гипотезу нахождения чёрной дыры в центре галактики, ставит под сомнение.

Астрономы открыли тор – шаровое устройство ядра спиральной галактики, а не чёрную дыру в ней.

Выстроилась логическая цепочка рассуждений о тор – шаровом прошлом Вселенной, тор – шаровом устройстве спиральной галактики, тор – шаровом ядре нашей звезды. Главное, всё это подтверждается и другими явлениями.

Заключение

Такое представление БЗ решает многие проблемы Вселенной. Данная статья служит опровержением на нахождение в современное время в космосе чёрных дыр.

Это вытекает из свойств отрицательной материи, которая своими внутренними и внешними струнными кольцами обволакивает любое барионное вещество [2] и не даёт ему стекаться в точку сингулярности. Их присутствие позволит образоваться плотному веществу, но не материи чёрной дыры.

В статье не рассматривается образование звёзд методом конденсации газа на неоднородности с последующим их взрывом, образование эллиптических звёзд (осколки от образования тор – шаровых звёзд, когда плазма закручивается в одну сторону), образование планет и т. д.

Библиографический список:

1. «Вопросы современной науки .»:Коллект. науч. монография; [под ред. Н.Р.Красовской].М.: Изд. Интернаука, 2016. Т. 7.
2. «Вопросы современной науки.» : Коллект. науч. монография; [под ред. Н.Р.Красовской]. М.: Изд.Интернаука, 2016. Т. 10.

Асанов Валерий Львович
Asanov Valery Lvovich
Доктор экономических наук, профессор
E-mail: asan2@yandex.ru

Цибаев Ильяс Робертович
Tsibaev Ilyas Robertovich
магистрант кафедры ОС
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
E-mail: tsibaevindustries@gmail.com

УДК 69.05

ДЕМОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОТОЧНЫМ МЕТОДОМ

DISMANTLING WORKS IN CONSTRUCTION BY THE FLOW METHOD

Аннотация: Демонтажные работы являются сложным строительным процессом и составляющей частью эксплуатации строительных объектов. Причиной демонтажа может быть физический износ здания, присутствие недостатков постройки, не допускающие возможность дальнейшего использования объекта, решение о возведении иного объекта на данной территории, и другие. Реконструкция объектов промышленного назначения и строительно-монтажные работы могут проводиться с помощью последовательного, параллельного и поточного метода.

Abstract: Dismantling works are a complex construction process and an integral part of the operation of construction sites. The reason for the dismantling may be physical deterioration of the building, the presence of defects in the building, not allowing the possibility of further use of the object, the decision to build a different object in the area, and others. Reconstruction of industrial facilities and construction and installation work can be carried out using the serial, parallel and in-line method.

Ключевые слова: демонтажные работы, поточный метод, очередность, специализированный поток.

Key words: dismantling work, flow method, sequence, specialized flow.

Введение

В городских условиях процесс демонтажа имеет высокую опасность травмирования людей, поломки работающих инженерных конструкций, расположенных невдалеке зданий и объектов инфраструктуры. Поэтому на проведение демонтажных работ обязательна разработка и утверждение проектной документации, а организация, выполняющая демонтаж, должна иметь надлежащий допуск СРО [1].

Основной раздел

Демонтаж зданий и сооружений можно проводить различными способами. Выбор максимально подходящего варианта находится в зависимости от сложности объекта, размеров, возраста, типа фундамента и строительных материалов.

Основные разновидности демонтажа объектов:

- ручной;
- полумеханизированный;
- механизированный;
- электрогидравлический;
- взрывной;
- термический;
- комбинированный.

Разборка зданий предпринимается с использованием поточных методов на базе сбалансированного, полного и равномерного применения ресурсов в соответствии с разделом 6, СТО НОСТРОЙ [2].

Реконструкция объектов промышленного назначения и строительно-монтажные работы могут проводиться с помощью последовательного, параллельного и поточного метода.

При последовательном методе предусматривается перевод рабочих на следующую захватку,

как только заканчивается работа на предшествующей. При параллельном методе демонтажные работы производят единовременно на всех участках. При поточном методе предусмотрено непрерывное исполнение СМР в сжатые сроки при предельном совмещении их в пространстве и времени с помощью целесообразного расчленения всего объема работ на отдельные участки, планомерного распределения рабочей силы и снабжение их надлежащими материальными, техническими и энергетическими средствами.

Поточный метод может использоваться при выполнении различных строительных работ - демонтаже структурных элементов, усилении некоторых фрагментов каркаса здания, их замене, при реставрации отдельно взятых зданий или частей предприятия (пролетов, цехов, инженерных сетей). При проведении реконструктивной деятельности с применением поточных методов формируются потоки: частные, объектные, специализированные и комплексные.

Поточные способы проведения СМР представляют собой дробление производственного процесса и дифференциацию труда рабочих. При этом различают: поточно-операционный, поточно-расчлененный и поточно-комплексный способы.

Поточно-операционный способ используется в отдельных подразделениях, в этом случае рабочий процесс среди персонала разделяется по операциям.

Поточно-расчлененный способ основан на том, что отдельные подразделения бригады исполняют простые действия на конкретном участке.

Поточно-комплексный способ оптимален при производстве работ комплексными бригадами, где зачастую сильно различается трудоемкость отдельных процессов, при этом члены бригады владеют смежными профессиями [3].

При проектировании СМР поточными методами используют следующие исходные данные: планируемая длительность реконструкции конкретного объекта; объем и структура СМР, последовательность их реализации; необходимое количество материально-технических и трудовых ресурсов в зависимости от вида работы на реконструируемом участке; ограничения в связи с направлением деятельности предприятия; возможность привлечения подрядчиков и спецорганизаций.

Процесс проектирования поточного метода СМР происходит в следующем порядке:

- определяется очередность реконструкции для каждого объекта (производственное здание, пролет, цех, подсобное помещение, коммуникации и инженерные сети), в зависимости от требований по производству работ – производство может быть остановлено полностью, частично, или работать без остановки;
- производится разбивка объектов, подлежащих реконструкции, на участки и захватки;
- определяется объем и структура деятельности на каждом участке и захватке, в зависимости от этого формируются строительные потоки;
- учреждается количество механизмов и машин, определяется численность и квалификация занятых в данном проекте рабочих;
- разрабатываются планы по производству работ с определением длительности реконструкции объекта.

Реконструкция плановых объектов - цехов, сооружений и коммуникаций, их очередность, утверждается руководством предприятия с целью наименьшего снижения объема продукции, выпускаемой на предприятии.

При разделении объектов реконструкции на участки и захватки нужно учитывать определенные принципы:

- соблюдение объемно-планировочной и конструктивной завершенности выделяемой части здания, сооружения или коммуникации;
- определение размеров участков и захваток для обеспечения возможности размещения требуемых машин, механизмов и человеческих ресурсов, производящих комплексную деятельность, образующих строительный поток, учитывая требования техники безопасности;
- расчет возможности прекращения производства работ на разделах участков и захваток с обеспеченной пространственной жесткостью демонтируемых элементов конструкций;
- обеспечение условий для формирования специализированных потоков по основному виду реконструктивных работ [4].

Для организации специализированных потоков при производстве реконструкции зданий и сооружений, изначально устанавливается список планируемых строительных операций, основанных

на объемах работ, а после этого производят группировку их в специализированные потоки.

При необходимости завершения данного вида работ в сжатые сроки, главным условием своевременного окончания всех видов деятельности на реконструируемом объекте, основным критерием эффективности можно принять длительность производства работ.

Необходимое условие комплектования количественного и квалификационного персонала строительных бригад - это пропорциональность численности рабочих объемам выполняемых на потоке работ.

Количество рабочих в потоках определяется по формуле:

$$N = \frac{\text{VНврК1}}{\text{A}t\text{К2}}$$

где V — объем работ ($м^3$, $м^2$, т и др.);

$Н_{вр}$ — норма времени на единицу работы (чел.-ч);

$К_1$ — коэффициент повышения трудозатрат на производство работ в условиях реконструкции;

$К_2$ — коэффициент перевыполнения норм выработки;

А — количество рабочих часов смены;

t — продолжительность производства конкретного вида работ в согласии с календарным графиком (ч).

При комплектовании бригад необходимо:

- предусмотреть обеспечение непрерывности их деятельности;
- обеспечить распределение труда между членами бригады в соответствии с их профессиями и квалификациями;
- добиться целесообразного совмещения профессий;
- согласовать технологическую взаимосвязь производимых бригадой работ.

В состоянии реконструкции имеет смысл планировать производство работ с увеличенным количеством персонала, работающих на условиях бригадного подряда. По причине различия объемов работ на разных участках реконструкции, с целью избежания сбоя ритма работы звеньев и бригад, в надлежащих случаях необходимо перераспределять рабочих из одних бригад в другие.

Графики выполнения работ необходимо разрабатывать, учитывая очередность проведения демонтажа объектов и коммуникаций предприятия, а также согласуя строительно-монтажные работы по реконструкции с функционированием основного производства.

Как уже говорилось, деятельность по реконструкции может проходить без остановки, с частичной остановкой и с полной остановкой функционирования предприятия или его отдельных частей [5].

Заключение

На этапе разработки графиков исполнения СМР важной задачей является уменьшение потерь в области промышленного и строительного производства. Этого можно достичь путем увеличения производительности труда людей и машин, уменьшения организационно-технологических остановок в работе и ненужного расхода рабочего времени, применения целесообразного количества машин и механизмов, обеспечения фронта работ материальными, техническими и трудовыми средствами, а также подбором наилучших организационно-технологических решений по исполнению реконструктивных работ, в том числе – использованием поточных методов.

В случае, если существующих производственных мощностей не хватает для организации наилучших условий по исполнению работ для обеспечения крупномасштабного строительства, следует предусмотреть ввод новых мощностей на основе оптимизационного моделирования по критерию максимизации выпуска продукции [6].

Библиографический список:

1. N 190-ФЗ, от 29 декабря 2004 года «Градостроительный кодекс Российской Федерации», гл. 6.1, ст. 55.1, 55-4.
2. СТО НОСТРОЙ 2.33.14-2011 Организация строительного производства. Общие положения, http://docs.cntd.ru/document/1200093126
3. Асанов В.Л. Управление архитектурно-строительными проектами в современных условиях : монография / В.Л. Асанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 240 с.

4. Дьяченко Л.Ю., Мосиюк А.Н. Особенности применения монтажных механизмов в стесненных условиях реконструкции зданий и сооружений, 2013, №1.С.97-101.

5. Лещинский А. В., Шевкун Е. Б., Рудницкий К. А. Обеспечение безопасного демонтажа укрытия после массового взрыва//Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2013.С.356-358.

6. Фёдоров В. В. Реконструкция и реставрация зданий / В. В. Фёдоров. - С.-Пб.: Инфра-М, 2009. - 208 с.

7. Рыбнов Е. И., Егоров А. Н., Хейдуцкий З., Гдимиян Н. Г. Организация и планирование работы производственных структур при крупномасштабном жилищном строительстве // Вестник гражданских инженеров, 3 (68) 2018 – 237 с.

Абдрахманова А.О., Шауленова А.Г., Филлиппова А.В.
Abdrakhmanova A.O., Shaulenova A.G., Philippova A.V.
Магистр педагогических наук;
заведующая отделом плодоводства и картофелеводства ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция»; доктор биологических наук, профессор.
ОГАУ, г.Оренбург, Российская Федерация

УДК 633.49

КАРТОФЕЛЬ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ

DOMESTIC SELECTION POTATOES IN WESTEN KAZAKHSTAN

Аннотация: В данной работе отражены результаты экологического сортоиспытания селекционного материала основных Научно-Иследовательские Учреждения Республики Казахстана. Выделенные по продуктивности, устойчивости к стрессовым факторам, болезням сортообразцы используются в дальнейшей селекционно- семеноводческой работе.

Abstract : This work reflects the results of environmental variety testing of breeding material of the main research institutions of the Republic Kazakhstan. Varietal specimens identified by productivity, resistance to stress factors, and diseases are used in further selection and seed production.

Ключевые слова: Картофель, влага, урожайность, селекция, сорт.

Keywords: Potatoes, moisture,productivity, selection, grade.

Западно-Казахстанская область является традиционной зоной для ведения плодоовощеводства и картофелеводства в условиях орошения. Планы развития области показывают перспективу увеличения посевных площадей под орошаемыми картофелем, овощами, садами и рассматривают их, как культуры стратегического направления. Планируется расширить до 5000 га площадь под картофелем, до 6000 под овощными культурами, до 2000 га - под плодовыми насаждениями.

При этом возделывание картофеля на орошении в зоне постоянного дефицита почвенной и атмосферной влаги и высоких температур, вегетативный способ размножения этой культуры, недолговечность современных сортов приводят к быстрому вырождению в условиях Западного Казахстана, формированию невысоких урожаев. Посадочный материал выдерживает здесь пересев в течение всего 1- 2 лет, а затем теряет свои семенные и продуктивные качества.

Экстремальные условия последних лет показали, что получение стабильного урожая картофеля во многом зависит от возможностей сорта и качества посадочного материала. Регулярное введение в картофелеводство области продуктивных сортообразцов, с комплексом хозяйственно-ценных признаков, высокой экологической пластичностью позволяет получать стабильные урожаи картофеля на уровне 25-30 т/га без применения дополнительных затрат.

Опыт мирового плодоовощеводства показывает, что сорта вегетативно размножаемых культур в разных почвенно-климатических условиях ведут себя по-разному. При этом обычная интродукция растений не может в полной мере решить проблему негативного комплексного влияния лимитирующих факторов среды, сугубо специфичных для зоны конкретного производства. Механический перенос высокопродуктивного сортообразца в новую для него зону возделывания часто приводит к экономически ощутимым потерям. Во избежание подобных ошибок в каждом конкретном регионе рекомендуется использовать номера, прошедшие конкурсное испытание в научно-исследовательских учреждениях и на сортоучастках.

Самым выносливым, жизнеспособным и качественным посадочным материалом, является тот, который выращен на месте возделывания и для конкретных условий произрастания. Особое значение это имеет в резко-континентальных погодно-климатических условиях Западного региона. Эффективное использование почвенно-климатического потенциала региона (наличие источников воды, достаточно плодородные почвы, продолжительное лето с обилием солнечного света) путем улучшения сортимента исторически сложившегося плодоовощеводства, усовершенствование технологии их возделывания с учетом природных ограничений даст возможность перевода отрасли на современную основу.

На Уральской сельскохозяйственной опытной станции, которая имеет потенциальные возможности проведения научно-исследовательской работы по экологическомусортоизучению картофеля, с 2003 года проводится непрерывное испытание новых перспективных сортов, линии, популяций картофеля отечественной и международной селекции с определением их биологических характеристик и приспособленности к экстремальным местным почвенно-климатическим условиям.В 2011 году, впервые за последние десятилетия, по Западно-Казахстанской области было районировано 3 сорта отечественной селекции: Ягодный-19, Акжар, Аксор. Эти сорта прошли производственное испытание в хозяйствах области, показали хорошие результаты. Дальнейшее их распространение сдерживается отсутствием первичного семеноводства культуры в регионе.

С 2014 года станция выполняет роль сортоучастка, где проводится испытание перспективных отечественных сортов для Западного Казахстана.

Для Западно-Казахстанской области основным фактором, ограничивающим рост урожайности сельскохозяйственных культур,является дефицит влаги и высокие температуры в период вегетации. И здесь особую значимость имеют следующие генетические признаки сорта, как жаростойкость, засухоустойчивость, устойчивость к вирусным, грибковым, бактериальным болезням и к стрессовым факторам среды.Отечественные сорта, которые выводятся с учетом местных условий, отвечают этим требованиям и способны в ряде лет сохранять свои продуктивные и семенные качества.

*Методика.*Основными селекционными центрами по картофелю республики являются НИИ плодоовощеводства, Костанайский НИИСХ. Полученное ими генетическое разнообразие растений картофеля проходит испытание в соответствующих звеньях селекционного процесса, а затем в питомниках ЭСИ в различных природно-климатических зонах.

На естественном полевом фоне, в условиях, максимально приближенным к производственным, изучается коллекционный материал - сорта, гибриды и популяции картофеля.Научные исследования при закладке полевых стационарных опытов и обработка полученных экспериментальных данных осуществляются согласно общепринятых по культуре методик и рекомендаций.

Запериод 2014-2017г.г. на изучении находилось 40 гибридов и сортов отечественной селекции. Исследования проводились на орошаемом фоне. В 2014- 2015 годах полив осуществлялся методом капельного орошения, в 2016-2017 годы - бороздковым способом. Посадка и уборка клубневого материала проводилась вручную.

*Метеорологические условия в годы проведения исследований.*Характерной чертой климата Западно-Казахстанской области является резкая континентальность, которая проявляется в температурных контрастах дня и ночи, лета и зимы. Как было сказано выше, области свойственна неустойчивость и малое количество осадков, большая сухость воздуха, интенсивное испарение, обилие прямого солнечного света в течение всего вегетационного периода, малоснежье, сильное сдувание снега с полей. Годовое количество осадков колеблется от 180 до 300 мм.

Погодные условия отчетного периода имели характерную для региона пестроту и изменчивость.

Продолжительная холодная весна с дождевыми фронтами в середине-конце мая, которые затягивали в эти годы проведение полевых работ, ежегодно сменялась весенне-летней атмосферной и почвенной засухой срезкими перепадами дневных и ночных температур.Активный рост положительных температур способствовалобразованию тяжелой почвенной корки, что сдерживало появление всходов картофеля. Осадки в летнее время выпадали дробно и в незначительных количествах.В 2014 году летний максимум проявился в качестве разового выпадения в конце июня, что не смягчило создавшуюся стрессовую ситуацию.

Крайне неблагоприятно сложился для картофеля вегетационный период 2015 года. Так, с 7 июня по 18 июля(42 дня) Западно-Казахстанская область находилась под воздействием сплошной летней засухи с дневными температурами от 26^0 до 47^0, на почве более 60^0. Осадков за этот период выпало 9,6 мм дробно и в незначительных количествах.По этому году получен самый низкий урожай.

Наиболее благоприятно сложился 2016 год, когда был получен высокийи выровненный по повторностям урожай картофеля.

Несмотря на сложные метеорологические условия, проводимые регулярные поливы и

агротехнические мероприятия дали возможность картофелюформировать достаточную надземную и клубневую биомассус выраженной вариацией в разрезе сортообразцов.

Результаты исследований Наступление массовых всходов отмечено в 2014 году на 24-25 день, в 2015 году на 23-24день, в 2016 году на 21-23 день, в 2017 году на 23-26 день (21 день по многолетним наблюдениям).Данные – средние по питомнику экологического сортоиспытания и питомника Государственного сортоиспытания.

Период всходы-бутонизация составил в среднем 18-28 дней.

Вплоть до фазы «цветение» состояние посадок оценивалось как хорошее.Высота растений варьировала от 56 до 130 см. Прямостоячие стебли отмечены в основном у среднеспелых и среднепоздних форм гибридов и сортов. У остальных образцов наблюдалось полураскидистое и раскидистое положение стеблей в кусте. Наименьшее количество основных стеблей у изучаемых образцов составило3,1 шт./куст, наибольшее -5,6 шт./куст. Плотность стеблестоя в разрезе гибридов и сортов составляла по годам: 2014 год -170-297тыс.шт. /га, 2015 год- 158-226 тыс.шт./га, 2016 год- 191,0 -267,9 тыс.шт. /га, 2017 год-158,4 -206,4 тыс.шт. /га.

К уборке степень отмирания ботвы в 2014-2016 годах составила 10-100%. В 2017 году этот показатель был в пределах 20-100%.

Урожайность гибридов и сортов отечественной селекции варьировала в 2014 году – 26-41 т/га, в 2015 году в пределах5,7-18,1/га, в 2016 году от 11,7 до41,3 т/га. В 2017 году -15,6- 32,3 т/га. Сложившиеся погодные условия показали отношение изучаемых образцов к жаре, засухеи их способность противостоять им.В питомнике ЭСИ выделены гибриды, показавшие продуктивность и устойчивость к неблагоприятным условиям: с-ц 100.27.15 с-ц Ягодный-19, 39 Астерикс, с-ц 11 с. Никитка, 15 Лазарь х Берегиня, 9-01-3.

Согласно графику работ проведены визуальные учеты поражения растений вирусными, грибковыми болезнями. Поражения фитофторой не отмечено. Из грибковых болезней в начале фазы цветения отмечался альтернариоз. Высокой полевой устойчивостью к вирусным болезням в ЭСИ обладали сортообразцы: с-ц 11 с. Никитка, с-ц Алая заря х Ягодный-19, 100 с-ц 1069 х Адретта.

В таблице 1 отражен урожай выделившихся в экологическом сортоиспытании гибридов картофеля**.**

Таблица 1- Урожайность выделившихся сортообразцов картофеля за 2015-2017 годы, т/га

Сорт, гибрид	Урожайность, т/га			
	2015	2016	2017	средняя
Акжар, ст.	13,7	21,7	24,9	20,1
с-ц 100.27.15 с-ц Ягодный-19	16,0	41,3	33,7	30,3
с-ц 11 с Никитка	18,1	32,3	35,1	28,5
39 Астерикс	16,2	36,9	31,8	28,3
15 Лазарь х Берегиня	16,1	31,7	24,4	24,1
49 с-ц14/62 с-ц (ШортХОмега)	16,9	29,9	26,8	24,5
100 с-ц 1069 х Адретта	16,1	28,6	29,5	24,7
с-ц66.151 с-ц Этюд х 19.100	12,4	26,9	33,4	24,2
84 с-ц 1069 х Адретта	12,5	27,7	29,5	23,2
9-01-3	10,8	26,6	23,9	20,4
$НСР_{05}$	1,3	2,3	2,5	

На основании полевых опытов были выделены перспективные номера, показывающие достоверный урожай: с-ц 100.27.15 с-ц Ягодный-19, 39 Астерикс, с-ц 11 с. Никитка,15 Лазарь х Берегиня, 9-01-3.

С-ц 11 с. Никитка, созданный ТОО «Уральская СХОС» совместно с ведущими НИУ РК, в 2017 году был передан на ГСИ под названиями Чароит.

В таблице 2показан урожай находившихся в Государственном сортоиспытании образцов картофеля.

Таблица 2- Урожайность выделившихся сортообразцов картофеля за 2014-2017 годы, т/га

Сорт, гибрид	Урожайность, т/га				
	2014	2015	2016	2017	средняя
Акжар, ст	30,3	12,8	31,0	24,9	24,8
Актюбинский- 2	33,4	16,2	36,1	-	28,6
Коктем-1	31,2	14,8	38,0	-	28,0
Урал-1	-	15,8	38,9	28,0	28,0
Акжаик	-	15,1	36,3	31,9	28,0
$НСР_{05}$	3,1	1,3	3,3	2,7	-

В разрезе 4 лет испытания сорта показали дегустационную оценку 3,8-4,6 балла, общую оценку 4,5-4,9 балла, устойчивость к жаре и засухе. По результатам работы нашего сортоучастка в Актюбинской области были районированы сорта Коктем -1, Актюбинский -2, в Западно-Казахстанской области сорт Урал- 1. В 2018 году получен патент на сорт Акжаик.

Картофель, выращенный в нашем регионе, по вкусу, питательной ценности, лежкости не уступает завозимому из других мест материалу. Это подтверждают результаты биохимического анализав ТОО «КазНИИКО», которые показали содержание крахмала у выделившихся номеров 16,2-20,5%, сухого вещества 20,78-22,8%.Результаты этой работы будут использованы в дальнейшей селекционно-семеноводческой работе.

Библиографический список:

1. Давид Р.Э. Избранные работы по сельскохозяйственной метеорологии. / Р.Э. Давид – Л.: Гидрометеоиздат., 1965. – 228с.
2. Шульмейстер К.Г. Борьба с засухой и урожай / К.Г.Шульмейстер – Колос, Агропромиздат., 1988.-263 с.
3. Зональные системы земледелия Уральской области. Кайнар, 1985. 187 с.
4. Писарев Б.А. Сортовая агротехника картофеля./ Б.А.

Научное издание

Коллектив авторов

ISSN 2500-1140

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»

Кемерово 2020