International United Academy of Sciences

Scientific achievements of the third millennium

Collection of scientific papers

on materials
XIII International Scientific Conference

25.03.2021 г.

Part 1

LJOURNAL.RU

New York 2021

Scientific achievements of the third millennium. Collection of scientific papers, on materials of the XIII international scientific-practical conference 25.03.2021, Part 1. Pub. SPC "LJournal", 2020. - 168 p.

DOI 10.18411/scienceconf-03-2021-p1

The collection of scientific papers of the materials collected from different areas of scientific knowledge. This publication contains all the materials that were sent to the XIII International scientific conference **"Scientific achievements of the third millennium"**

The collection is intended for researchers, teachers and students

All materials contained in the book, published in the author's version. The editors do not make adjustments in scientific articles. Responsibility for the information published in the materials on display, are the authors.

Information about the published articles will be transferred in the ELIBRARY.RU

The electronic version of the collection is available online scientific publishing center «Science Conf" Site center: science-conf.com

UDC 001.1
LBC 60

© LJournal, 2021

Содержание

РАЗДЕЛ I. ФИЗИКА 6

Богословский М.М. Новая концепция строительства самолётов как результат переоценки теории подъемной силы крыла 6

Lin E.E. Asymptotic Method for Studying Kinetics of Formation of Objects with Quantum Features 11

Perepelkin E.E., Polyakova R.V., Kovalenko A.D., Tarelkin A.A. The Boundary Value Problem for Elliptic Equation in the Corner Domain in the Numerical Simulation of Magnetic Systems 23

Yurov V.M., Guchenko S.A., Salkeeva A.K., Kusenova A.S. High entropy coating on beals coal grinding mills 40

РАЗДЕЛ II. МЕДИЦИНА 47

Азовцев Д.Ю., Осипова М.А., Левит Т.А., Начаров П.В. Правовая основа деятельности фтизиатрического детского дневного стационара и анализ организации его работы 47

Ахмадуллина Х.М., Ахмадуллин У.З., Горбаткова Е.Ю., Макарова А.А., Хамитов Р.Н. О результатах изучения физического развития школьников в условиях малого города 51

Гейзе А.В., Клеузович А.А., Раевская М.Б., Ревишвили А.Ш., Плотников Г.П. Некоторые аспекты организации работы и интенсивной терапии при лечении пациентов с SARS-Cov-2 55

Карпачев А.А., Солошенко А.В., Ярош А.Л., Шевченко Е.Г., Калашникова Н.О., Аль Мажмай Н.М., Адель М.Ф. Качество жизни больных после хирургического лечения грыжи пищеводного отверстия диафрагмы 62

Рубцов М.С., Гейзе А.В., Кожанова А.В., Чагирев В.Н., Плотников Г.П. Интермиттирующая заместительная почечная терапия у кардиохирургических пациентов с нестабильной гемодинамикой 67

Сапожников В.Г., Балко О.А. Конституциональные особенности течения: helicobacter pylori-ассоциированный хронический гастродуоденит у детей 75

Тирикова О.В., Козлова Н.М., Тарасов А.Ю., Елисеев С.М., Луненок С.В. Эпидемиология неалкогольной жировой болезни печени в Прибайкалье 78

Afanasyev S.O., Shiryaev O.U., Makhortova I.S. Assessment of Social Anxiety and Eating Disorders Prevalence in Voronezh State Medical University Students 83

Mamontova A. Markers of skin aging and quality of life indicators for women with menopausal syndrome 85

Volchenko S.S.; Smirnova S.K; Dolgov G.V. Professor Wilhelm Zangemeister's role in the development of diagnostics of eclampsia 88

Zakharov A.Yu., Dolgov G.V., Shemerovskii K.A. Stages of development of the idea of the biological readiness of the female body for childbirth 90

РАЗДЕЛ III. БИОЛОГИЯ 93

Догузова Н.Н., Гериева Ф.Т. Отзывчивость люцерны на подкормку минеральной водой с церием 93

Мамедов Т.С.о., Гюльмамедова Ш.А.к. Роль растительных ресурсов для оздоровления окружающей среды на Апшероне 95

Ненько Н.И., Киселева Г.К., Ульяновская Е.В., Яблонская Е.К., Караваева А.В., Схаляхо Т.В. Физиолого-биохимические изменения в побегах яблони в зимне-весенний период 99

Ховалыг Н.А., Донгак В.Ч. Фитоценозы *eriophyes hippophaenus nal.* в устье реки Дагыр-Шеми республики Тыва 107

Юшкова Л.Я., Смолянинов Ю.И., Донченко Н.А., Донченко А.С. Новые виды ветеринарных услуг и расценки на их выполнение 111

РАЗДЕЛ IV. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 116

Тихонов М.М., Соколова А.А., Соколова С.Н. К вопросу моделирования управленческих решений в чрезвычайных ситуациях 116

РАЗДЕЛ V. МАТЕМАТИКА 121

ZHukenov D.Z. A method for determining the simplicity of a given number 121

РАЗДЕЛ VI. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ 123

Starishko I.N. Diversity and completeness of the results of targeted experimental research are the main factors in the development of a reliable theory of calculating of bending reinforced concrete elements along inclined sections 123

РАЗДЕЛ VII. НАУКИ О ЗЕМЛЕ 130

Мельник В.С., Соколова А.В., Манторова Г.Ф. Влияние системы обработки почвы на влажность и плотность в пахотном слое 130

РАЗДЕЛ VIII. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ 135

Причко Т.Г., Смелик Т.Л., Акимов А.А. Хранение яблок сорта Голден Рейнджерс в обычной и регулируемой атмосфере 135

Satayev M.I., Azimov A.M., Myrkhalykov Z.U., Berdikulov M.A., Alekseyeva N.V., Baiysbay O.P., Ashirbayev Z.S., Duisebayev S.Y., Yessenbek A.S. Studying the features of splitting apricot, plum and peach pits 139

РАЗДЕЛ IX. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО 143

Третьякова О.Л., Дегтярь А.С., Романцова С.С., Морозюк И.А. Свиноводство и охрана окружающей среды 143

РАЗДЕЛ X. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ 148

Журавлева Л.А., Тхуан Н.В. Оптимизация параметров ходовых систем широкозахватных дождевальных машин кругового действия 148

РАЗДЕЛ XI. ЛОГИСТИКА 156

Якунин С.Н., Сюсюкало Ю.С. Размещение и оборудование наземных пешеходных переходов на участке улично-дорожной сети г. Оренбурга 156

РАЗДЕЛ XII. БИОТЕХНОЛОГИИ 161

Приходько Д.В., Красноштанова А.А. Исследование функциональных свойств фракций пшеничного глютена 161

РАЗДЕЛ I. ФИЗИКА

Богословский М.М.

Новая концепция строительства самолётов как результат переоценки теории подъемной силы крыла

АНО ВО «Университет при Межпарламентской Ассамблее ЕврАЗэС»
(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-01
idsp: scienceconf-03-2021-01

Аннотация

В статье дана критика применения теории Бернулли для объяснения подъемной силы крыла самолета. Указана ошибка Н.Е.Жуковского, который развивал идею существования подъемной силы крыла. Изложена альтернативная теория полета с образованием под крылом самолета уплотнения воздуха – «воздушной подушки». Предложена новая конструкция крыльев самолета, основой которой является широкие крылья с изменяющейся их площадью.

Ключевые слова: подъемная сила крыла, теория полёта самолёта, конструкция крыльев.

Abstract

The article criticizes the application of Bernoulli's theory to explain the lift force of an airplane wing. The error of N. E. Zhukovsky, who developed the idea of the existence of the wing lift, is indicated. An alternative theory of flight with the formation of an air seal under the wing of the aircraft – an "air cushion" - is presented. A new design of aircraft wings is proposed, the basis of which is wide wings with a changing area.

Keywords: wing lift, airplane flight theory, wing design.

Идея существования подъёмной силы крыла птицы, как объяснение почему она может летать, как известно, принадлежит итальянскому учёному и художнику Леонардо да Винчи, который высказал её в 1505 г. С появлением самолётов эта идея получила подкрепление с помощью математических формул, что придало ей научную основу.

В настоящее время эта идея разделяется двумя школами – западной и российской. В западная школе объяснение подъемной силы базируется на уравнении Бернулли, представленного им ещё в 1738 г. в его трактате «Гидродинамика». Согласно теореме Бернулли, подъемная сила возникает вследствие искривления верхней поверхности аэродинамического профиля — крыла самолета. Воздух над верхней его поверхностью движется быстрее, чем под нижней, менее изогнутой или почти плоской, и в соответствии с теоремой Бернулли это приводит к образованию там области пониженного давления, что и порождает направленную вверх подъемную силу. Однако это объяснение не полностью устраивает современных специалистов, указывающих на его несовершенство [Drela M., 2014; Реджис Эд., 2020]. В нашей стране Г.И.Карачевскому [2019] удалось теоретически выявить и экспериментально подтвердить, что существующая теория не обеспечивает возможность с необходимой точностью моделировать и определять картину и параметры потока воздуха около обтекаемых им любых материальных тел практически во всем дозвуковом диапазоне относительных скоростей. В силу этой особенности являются несогласованными с практикой и фундаментальными законами механики те интегральные характеристики, которые выражают силовое взаимодействие воздушного потока с обтекаемыми им телами.

Проведенный нами анализ использования теории Бернулли для объяснения возникновения подъёмной силы крыла обнаруживает три ошибки. Первая состоит в том, что в опытах в аэродинамической трубе использовался не симметричная по профилю плоскость, а выпуклая, причём только с верхней стороны. И эта выпуклая часть крыла создаёт некоторое препятствие для прохождения воздуха над ней, в то время как нижняя часть крыла такого препятствия не представляет. Разница в скорости прохождения потоков воздуха и приводит к разному давлению над и под крылом. Некоторой аналогией здесь может служить прохождение потока воды или воздуха через суживающийся проход, что приводит к повышению в нём скорости потока.

Вторая ошибка состоит в том, что разность верхнего и нижнего давлений никак не может создавать подъёмную силу, необходимую для удержания самолёта в воздухе, особенно тяжелого. Здесь желаемое выдано за действительное.

Третья ошибка состоит в том, что неправомерно использовать данные эксперимента с движущимся потоком воздуха, обтекающим неподвижную модель крыла, с реальными условиями полёта, в которых самолёт движется, а воздушная среда может быть относительно неподвижной, движущейся с небольшой скоростью или движущейся в направлении движения самолёта.

В последние годы ведущий аэродинамик США Doug McLean попытался выйти за сугубо формальные математические рамки и вплотную заняться физическими причинно-следственными связями, которые могли бы объяснить возникновение подъемной силы во всех ее проявлениях. Сложное объяснение сути подъемной силы основано на допущении, принятом классической аэродинамикой: воздушный поток, обтекая профиль крыла, ведет себя как сплошная среда и деформируется следуя контурам профиля. Эта деформация затрагивает слой жидкости, обтекающей как верхнюю, так и нижнюю поверхность крыла. «Аэродинамическая поверхность оказывает давление на обширную область в так называемом барическом поле (поле давления)» [McLean D., 2012].

В нашей стране идею существования подъёмной силы крыла разделял и развивал Н.Е. Жуковский**,** хотя западные ученые до сих пор делают вид, что никогда о нём не слышали. В 1906 году он опубликовал работу "О присоединенных вихрях", в которой вывел формулу для определения подъемной силы крыла, положенной в основу всех аэродинамических расчетов - крыльев, компрессоров, воздушных винтов, винтокрылых аппаратов и многих других машин. Формула Жуковского звучит так: подъемная сила, развиваемая крылом произвольной формы, равна произведению массовой плотности воздуха на скорость потока вдали от крыла, на циркуляцию скорости добавочного течения вокруг крыльев и на размах крыла [Жуковский Н.Е., 1925]. Остаётся только удивляться, что в этой формуле отсутствует показатель того, ради чего формула и была создана – веса самолета, крылья которого должны не только ***поднимать*** его, удерживая от падения, но и обеспечивать полёт.

Поскольку объяснение, данное Н.Е.Жуковским, является общепризнанным, его можно считать единственно правильным и истинным. Такое объяснение вошло во все наши учебники и почти ни у кого не вызывает сомнений. Более того, признавая существование феномена подъёмной силы крыла, сегодня делается попытка дать ему более правильное, уточняющее объяснение. Так, в словаре по физике Е.С. Платунова с соавт. [2018] сказано, что «подъемная сила (elevating force, lift) крыла самолета» создаётся разной геометрией его верхней и нижней поверхностей и подбором определенного угла атаки набегающего воздушного потока».

Важно отметить, что несмотря на имеющуюся критику теории подъёмной силы крыла, она является базовой для строительства самолетов во всем мире.

Альтернативой этой теории является теория образования под крыльями самолёта, разогнавшегося до подходящей скорости 200-300 км/час, уплотнения воздуха

- «воздушной подушки», которая и удерживает самолёт от падения. Интересно, что об образовании уплотнения воздуха под крыльями птиц впервые сказал именно Леонардо да Винчи, который, сделав правильное заключение о причине полёта птиц, ошибочно посчитал, что это уплотнение создаёт мифическую подъемную силу. Впоследствии авиаконструкторы не обратили внимания на его слова об уплотнении воздуха под крылом птиц и для объяснения полёта самолёта стали использовать его представление о подъемной силе крыла птиц, перенеся его на крыло самолёта.

Помимо несовершенства обсуждаемой теории, обнаруживается и её полная ошибочность. Для того, чтобы лучше понять что на самом деле удерживает летящий самолет в воздухе, надо обратиться к другому случаю перемещения физического тела - в более плотной, чем воздух, среде, например, в воде.

Когда человек вступает на твердую поверхность – землю, бетон и т.д. она удерживает его на себе потому, что она плотная и молекулы этой поверхности не отрываются друг от друга. Когда человек вступает ногами на воду или встаёт на водные лыжи, вода его не удерживает на поверхности, межмолекулярные связи рвутся и он проваливается в неё до самого дна. Но если человек, стоя на водных лыжах с помощью внешней силы (на буксире) начинает двигаться по поверхности воды и наберет достаточную скорость (примерно 25-30 км/час), то проваливаться в воду он уже не будет – лыжи будут скользить по её поверхности.

Важно отметить, что никакой подъёмной силы при этом не возникает, не она удерживает его на поверхности воды. Объяснить это можно только тем, что оставаться на поверхности воды позволяет мгновенное увеличение плотности воды под лыжами, возникающее во время быстрого их движения. Лыжник не проваливается в толщу воды, т.к. молекулы воды, обладая известной инертностью, не успевают расступиться, в результате чего под лыжами образуется своеобразная «водная подушка». Натренировавшись, человек может скользить по поверхности воды даже без лыж, буквально на пятках. Такой спорт называется барефутингом. Однако для этого скорость буксировки должна быть ещё выше – примерно 50-80 км/час.

Исследования, проведенные в нашей стране в течение последних десятилетий по исследованию состояния воды при воздействию на неё значительного кратковременного давления, подтвердили высказанное нами предположение. Как оказалось, при кратковременном сильном давлении на воду, производимое при ударе по ней, происходит не только её уплотнение, но даже затвердение [Минеев В.Н., Зайдель Р.М., 1968; Рыбаков А. П., 1996; Савиных А.С. и соавт., 2017].

А теперь можно вернуться к полету самолета. Описанная причина удержания лыжника на поверхности воды лежит и в основе полета самолета. Но, в отличие от воды, плотность воздуха весьма мала, поэтому для достижения эффекта полета, самолет должен набрать бóльшую скорость – примерно на один порядок. Уже при скорости 200-300 км/час воздух под крыльями самолета не успевает рассеяться, известная инертность молекул воздуха, называемая его вязкостью, а также действие, похожее на удар большого и быстрого давления на него всего веса самолёта, не позволяет им быстро разойтись, что приводит к его уплотнению - образованию «воздушной подушки» и позволяет, опираясь на неё, лететь. При дальнейшем увеличении скорости самолёта воздух под его крыльями уплотняется настолько, что надёжно удерживает самолёт от падения. Но как только скорость самолёта уменьшается, плотность воздуха под ним снижается, «подушка» становится очень тонкой, в связи с чем теряет свою поддерживающую способность, и самолёт начинает падать. Особенно быстро, когда его крылья отклоняются от горизонтали.

При частичном нарушении этой подушки, вызванном турбулентным состоянием атмосферы, возникающим при появлении неупорядоченных вихревых движений воздуха различных масштабов и скоростей, обусловленных быстрой смены ветра и температуры, самолёт подвергается встряске («болтанке»). Продолжительная и

значительная по силе турбулентность, разрушающая его «подушку», может даже привести к падению самолета.

Таким образом, как и в примере с водным лыжником, при полёте самолета, под его крыльями никакой подъемной силы не возникает. Представление о подъемной силе крыльев, якобы возникающей при полете самолета и обеспечивающей его полёт, представляет всего лишь ошибочную интерпретацию удержания самолета в воздушной среде.

С увеличением высоты плотность воздуха уменьшается, поэтому для образования воздушной подушки под крыльями, обеспечивающей его полёт, самолет должен лететь с большей скоростью, чем при полётах на небольших высотах. Так, на высоте 10 тыс. метров плотность воздуха в 3 раза меньше, чем на уровне моря [Байдаков В.Б., Клумов А.С., 1979]. Поэтому для образования воздушной подушки под крыльями, самолет должен лететь с большей скоростью, чем на высоте 1- 2 тыс. метров.

В целом, для полета самолета нужны три условия: необходимая или достаточно большая площадь крыльев, достаточно большая его скорость и наличие достаточной концентрации воздуха (его плотности), т.к. на высотах больше 80 км летать становится опасно, а на высоте выше 100 км, по заключению Международной авиационной федерацией, авиационные полёты становятся полностью невозможными. Мифическая подъёмная сила крыла здесь не работает: объясняемая Е.С. Платуновым и соавт. [2018] «разная геометрия его верхней и нижней поверхностей и подбор определенного угла атаки набегающего воздушного потока» не способны удержать самолёт от падения.

Самолёт может летать и без крыльев, но тогда ему нужна очень большая скорость, которую может обеспечить только реактивный двигатель. Но это будет уже не самолёт, а ракета.

Из представленных рассуждений следует один важный вывод: лететь может всё, что угодно – камень, ракета и т.д., для этого нужно всего лишь придать телу надлежащее ускорение, а для того, чтобы мог лететь самолёт, имеющий относительно небольшую скорость, ему нужно иметь крылья, которыми он опирается о воздух.

О практических выводах из этой статьи

Под влиянием общепринятой теории полёта самолета – наличия подъёмной силы крыльев - современные гражданские самолёты имеют относительно узкие крылья, поэтому самолет для полёта нуждается в большом количестве энергии (в виде топлива). Дальнейшее следование догме о подъемной силе крыла приведет к тому, что в ближайшем будущем общим трендом самолетостроения будет переход на узкий фюзеляж, вместимостью более 110 кресел. Между тем узкий фюзеляж снизит площадь опоры на воздух и потребует больше топлива, чем фюзеляж широкий.

Если же площадь крыльев в разумных пределах увеличить, то для полёта самолёту понадобиться меньше энергии, что очень важно для снижения стоимости и дальности полёта. Некоторые конструкторы самолетов, интуитивно чувствуя необходимость увеличения размера крыльев, пошли на увеличение их длины. Но увеличению размаха крыльев препятствуют размеры (ширина) взлетной полосы.

Самолет с большими крыльями может просто не поместиться на стоянке в аэропорту. Например, известный А380 , имеет размах крыльев 79,8 метра, что едва позволяет вписаться в параметры современной аэродромной инфраструктуры, для которой максимально допустимый размер 80 м. По 10 см запаса с каждой стороны.

Увеличение площади крыльев может быть достигнуто за счёт нового вида крыла, охватывающего почти весь фюзеляж самолёта за исключением его головной части. Конструкторы военных самолетов уже это поняли и стали снабжать истребители более широкими крыльями (Рис.1). .

Рис. 1. Российский истребитель Су-57

Широкими крыльями сегодня снабжаются и беспилотники, особенно наши новейшие. Выгоду использования широких крыльев нужно перенять и конструкторам гражданских самолетов. Особенно выгодно использовать самолеты с широкими крыльями для полёта на небольших высотах – 3-6 тыс. метров, учитывая, что плотность воздуха там относительно большая. Для дополнительной экономии топлива скорость самолёта должна быть сравнительно небольшой – 500-600 км/час.

Учитывая, что самолётам, особенно военным, приходится летать на разных высотах и при разных условиях и режимах полёта - скорости, высоты и особенностей атмосферы, использование широких крыльев имеет как плюсы, так и минусы.

Для увеличения диапазона высот и скоростей полёта в последние годы используются крылья изменяемой геометрии, в частности крылья с изменяемой стреловидностью. Несмотря на то, что такая конструкция крыльев позволяет несколько расширить технические и тактические возможности сверхзвукового самолета, улучшить его взлетно-посадочные характеристики, она не способна дать главное – регулировать площадь крыльев.

Исходя из этого, предлагается конструкция крыльев с изменяющейся их площадью. Достигается это за счёт горизонтального частичного складывания, точнее сдвигания крыльев, которое в зависимости от условий полёта, автоматически управляется бортовой электронной системой. Так, для полёта на больших скоростях крылья сдвигаются, что уменьшает их площадь и сопротивление всё возрастающей воздушной среды. При полёте на небольших скоростях и высотах 3-5 км крылья раздвигаются, что увеличивает способность самолёта опираться на воздушную подушку и экономить топливо, а значит, увеличивать дальность полёта и время нахождения в воздухе без дозаправки. Это может быть выгодно не только для самолётов военного, но и гражданского назначения. Кроме того, в случае аварии и вынужденной посадки, расправление крыльев будет способствовать планированию, что позволит посадить самолёт с наименьшим для него и пилотов ущербом.

По нашим оценкам использование самолётов с изменяющейся площадью крыльев должно уменьшить расход топлива на 10-15%. Для сравнения использование винглетов позволяет сократить расход топлива лишь на 7%.

Ещё одним средством снижения стоимости расхода топлива для самолётов является изменение контура фюзеляжа самолёта. Его днище должно быть не выпуклым, как у современных самолётов, а по большей части плоским, что может создать бóльшую площадь давления самолёта на воздух**.** Такое днище будет действовать как ещё одно крыло и помогать крыльям удерживать самолёт в воздухе во время полёта. И, тем самым, снижать расход топлива.

Кроме использования широких, обтекающих корпус фюзеляжа, крыльев, и плоского днища в конструкциях пассажирских и военных самолётов, эти изменения будут весьма полезны и для строительства планеров, существенно удлиняя время их нахождения в воздухе.

Отдавая должное большим заслугам Н.Е.Жуковского в создании теории аэродинамики и строительстве самолётов, следует учесть, что безупречных знаний не бывает, что с развитием науки прежние представления и теории подвергаются уточнениям и правкам. Это касается и теории Н.Е.Жуковского о подъёмной силе крыла самолёта.

***

1. Байдаков В.Б., Клумов А.С. Аэродинамика и динамика полета летательных аппаратов. М., 1979. 344 с.
2. Жуковский Н. Е. Теоретические основы воздухоплавания / Н. Е. Жуковский; Научно-Технический Отдел ВСНХ; под ред. В. П. Ветчинкин, Н. Г. Ченцов. - 2- изд. - М. : Гостехиздат, 1925. - 306 с.
3. Карачевский Г.И. Об основной теореме аэродинамики // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 4 (101). С. 88-97.
4. Минеев В.Н., Зайдель Р.М. Вязкость воды и ртути при ударном сжатии. ЖЭТФ, 1968. Т.54, №6. С.1633.
5. Платунов Е.С., Самолетов В.А., Буравой С.Е., Прошкин С.С. Физика. Словарь-справочник. СПб: Изд. Политехнического университета. 2018. 798 с.
6. Реджис Эд. Загадка подъёмной силы. Scientific American, 2020, № 4/5. С.164-173.
7. Рыбаков А. П. Особенности фазового превращения воды при ударном сжатии // Прикл. механ. и техн. Сер. Физика. 1996. Т. 37, № 5. С. 17-23.
8. Савиных А.С., Гаркушин Г.В., Канель Г.И., Разоренов С.В. Затвердение воды при динамическом сжатии и его влияние на динамику ударных волн. // Чернышевский сборник, 2017. Т.18, вып.3. С.466-474.
9. Drela M. Flight Vehicle Aerodynamics. Mark Drela. MIT Press, 2014.187 p.
10. McLean D. Understanding Aerodynamics: Arguing from the Real Physics. Wiley, 2012.P.251.

Lin E.E.

Asymptotic Method for Studying Kinetics of Formation of Objects with Quantum Features

Russian Federal Nuclear Center
(Russia, Sarov)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-02
idsp: scienceconf-03-2021-02

Abstract

Asymptotic method for studying kinetics of formation of objects, which reveal quantum features at different space scales has been developed. The method is based on widened interpretation of uncertainty principle and absolute certainty principle and also on conception about object growth from small germs. Proposed phenomenological approach allows us to obtain adequate evaluations of formation characteristics for subnuclear particles and nuclei, crystalline nanoparticles and mesoobjects, for astrophysical/cosmological objects as well. Both principles mutually complement each other and predict formation of objects that so far are not widely known or, at least, well described in scientific literature.

Key Words: asymptotic method, kinetics of formation, object, quantum feature, uncertainty, absolute certainty.

Introduction

There are some particular problems in the sciences of microcosm, nano- and mesostructures, astrophysical and cosmological objects. These problems are connected with a determination of spatial boundaries between microphysics and macrophysics as well as of the boundaries of uniformity in matter distribution in the Universe [1-6]. The question arises as to where we can apply ideas about dynamics of quantum systems under the principles of uncertainty [1-3] and certainty [4, 7]?.

Object sizes "intermediate" between atoms and solid bodies in mesoscopic crystal structures (which behavior conform to the rules of both quantum mechanics and classical physics) can reach considerable values, at which the lower complexity limit of a macroscopic crystal is reached. Fundamental considerations and assessments of quantum representation feasibility show that the "coordinate-momentum" uncertainty relation can fit for bodies with the sizes about 10^{-7} m, i.e. at a level of nanometer scales. Currently more and more papers deal with investigations of formation, evolution and properties of nanostructures and nanostructure-based materials. These investigations cover processes of various physical and chemical nature proceeding in a mesoscopic region of spatial scales up to 10^{-10} - 10^{-4} m: from formation of atomic clusters on a molecular level and nanocrystal synthesis to global changes of a macroscopic continuum state [8–13]. Mechanical behavior of nanostructured objects is described using molecular dynamics methods and using statistic models allowing for both thermodynamic and kinetic aspects of problems under consideration. These problems cover incompleteness of classical description of process running in mesoscopic scales, necessity of developing new models including phenomenological ones that take into account formation of quantum systems and determine growth regularities and nanostructure consolidation, and determination of phase transformation size dependencies, in particular, ascertainment of the effect of polymorphic transformations on synergy of crystal structures.

In this connection it is essential to determine general features of dynamics of object growth both in microcosm and in "mesocosm". With this purpose this work investigates kinetics of formation of various in physical nature compact objects having strong internal bonds and considerably different spatial scales: nuclear matter clusters [14] and mesoscopic structures with covalent and quasi-covalent bonds between atoms in a nanocrystalline lattice [15]. A typical feature of these objects is existence of purely quantum effect of exchange interaction. Virtual meson exchange occurs between nucleons, electron exchange occurs in crystal structures having covalent bonds. The effect of exchange interaction allows these objects to be viewed as compact clusters with pronounced collective quantum properties. In case of nuclei these quantum properties are connected with strong interactions and manifest themselves in the existence of oscillatory and rotatory shells. In mesocrystals quasi-particles (phonons) are excited.

1. **Brief Review of Achieved State of Notions**

The above creates the necessary precondition for investigating kinetics of object formation from a common point of view. We consider closed stochastic systems of compact quantum clusters randomly interacting with each other. In accordance with standard ideas of physical kinetics the irreversible aggregation of objects is described using the concept of distribution density wave $\varphi(a,t)$ propagating with the time t in the space of cluster sizes a in direction of these growth. It is noted in [16] that the behavior of a wave packet of any physical nature is subjected to the universal ratio for half-breadth of a wave packet and half-breadth of a spectral line $\Delta a \cdot \Delta k \geq 1/4\pi$ (k is wave number), which is afforded by the Fourier theorem. One can assume that this circumstance results in the uncertainty relation for coordinate and momentum in the space of cluster sizes. For quantum-mechanical systems being in a coherent state (harmonic oscillations), the above product takes the minimum value, the uncertainty relation is fulfilled as an accurate equality, and process trajectory in phase space is classical [17]. This means it is possible to consider relatively large objects which sizes exceed values corresponding to the lower limit of complexity for a macroscopic solid.

Thus, the proposed phenomenological approach describes a limiting asymptotic stage of cluster growth process. Under this approach "the leading" processes appear to be oscillations of components that compose objects, for example collective oscillations of nucleons in a nucleus or phonon excitations of mesostructure crystal lattice.

It should be noted that the proposed asymptotic method in no way can replace the developed fundamental methods of investigations and physical models of microcosm and mesocosm dynamics described in the above Ref. [1-10] and represented in [18-21]. On the other hand it is well known that when interacting with environment, physical objects never discover their complete internal complexity potential (see [2]). Hence incomplete or even phenomenological description of physical phenomena or physical objects sometimes responses better to the main point, and to the understanding of what is going on.

For example, when solving kinetic equations the fitting parameters determined using experiments, are introduced, as a rule. When planning experiments with new or weakly studied objects, there appears necessity to perform preliminary evaluations of final dimensional and timing characteristics of the investigated processes, i.e. to determine dependence between typical object sizes and the time of their growth. In this respect, the proposed asymptotic models can be useful when first meeting this or that problem, evaluating it or analyzing primary experimental data. For example, when studying cluster radioactivity described in [22], this method made it possible to determine the spectrum of the most probable mass numbers of relatively light nucleon clusters formed inside heavy nuclei [14]. This method also makes it possible to evaluate both average and maximum mass numbers of super-heavy nuclei, formed inside supernovas and to determine mass numbers corresponding to the "peaks" of abundance of elements in Galaxy, numerically computed in [23]. In addition, it turned out to be possible to get estimates of time formation and typical sizes of neutron stars at supernova outbursts. In the field of mesoscopics this approach is valid and reasonably effective for materials with profound strong interatomic bonds: carbon nanostructures with covalent bonds [15] as well as for nanostructured particles of biological objects [24].

One of topical trends of nanoscience and nanotechnology consists in the creation and the study of biological materials, in particular, the study of physical mechanisms of protein biosynthesis [5, 12, 25]. In accordance with the results of the investigations the commonly accepted scheme of proteins construction is presented in such a manner that a volumetric-packed nanoparticle that represents an aperiodic crystal, is formed from nanochains with the C–N peptide bonds (primary structures) as a result of the twisting and the mutual arrangement of various polypeptides in the presence of nucleic acid molecules.

Besides, in [26] the possibility exists «that the given scheme does not exhaust all ways of a biosynthesis of proteins». In the light of this the quantum nature of biophysical processes should be noted, because thanks to the quantum nature «the main peculiarities of physical behavior of macromolecules are determined by rotational isomerism», because a substance is considered as a dynamic mixture of amino acid molecules located in crossed conformation and in conformations directed to the right and to the left [25]. Hundreds and thousands of vibrations with the frequencies of the order of 10^{12}–10^{13} c^{-1} occur in a turning time of the order 10^{-10} s [25] in a molecule. In the course of these vibrations the bonds can be formed between contiguous molecules – tunnel transition takes place in a quantum-mechanical system as a result of a great number of «attempts». Hence, rotational-vibrational interactions of amino acid molecules can bring about their volumetric polycondensation. Inoculating centers of polycondensation can be nucleic acid molecules, close to which amino acid molecules are clustered in a certain order, prescribed by a preferable formation of C–N bonds in the system volume, as the shortest and strongest bonds in comparison with C–C bonds and C–O bonds (see [27]).

In work [24], on the basis of the asymptotic method of [28] for studying kinetics of formation of objects having quantum features, a scheme of a direct synthesis of volumetric

protein nanoparticles is considered in a system previously consisted of amino acid molecules with additives of nucleic acid molecules (cytoplasm [5]). A protein synthesis without a formation stage of polypeptide nanochains is seemingly possible owing to phonon excitations of molecules in the whole volume. It is demonstrated in work [28] that the mentioned method is also used in a mesoscopic range of sizes. This makes it possible to use this method to assess a maximum size of biological objects under consideration – cells. Thus, the wisdom of pursuing development of asymptotic models [28] in the field of mesoscopics is connected with both creation of ultra-hard carbon materials and synthesis of biological materials.

At present the increasing number of scientific investigations is devoted to different problems of astrophysics and cosmology: from formation and evolution of stars to formation of the large-scale structure of the Universe under influences of dark matter and dark energy (see, for example, [1, 6, 29]). The results of these investigations are based on reliable astronomic observations as well as on modern theoretical conceptions about formation and expansion of the Universe after Big bang. Theoretical studies are connected with the ideas on behavior of gravitational fields and gravitating masses at diversiform possible geometries of cosmic space, in particular, at Euclidean, parabolic and hyperbolic geometries. Stochastic quantum nature of cosmological phenomena is noted.

The most significant cosmological problem of [1, 6, 29]is determination of spatial boundaries corresponded to uniformity and isotropy of the Universe, i.e., to Cosmological principle. The latter signifies that because of insufficient time for growth of gravitational perturbations, the distribution of matter at early stages of formation of cosmological structures does not affect the average value of matter density in up-to-date cosmos, and “heavy heterogeneities and voids are ended at some very large but still unknown distance”]. Another significant problem is the following: is cosmos infinite or finite (closed) and where is a boundary of closed cosmic space?

In accordance with conception of [6] about a large-scale structure of the Universe as of non-uniform matter distribution originating from growing adiabatic perturbations of density, there is some distinction between the developed non-linear structures within the scales of less than 10 Megaparsec (Mps) (namely, halo of the galaxy, groups and clusters), and the structures with more regular quasi-linear matter distribution within the scales of up to 100 Mps, i.e. superclusters and cosmological “voids”. It should be noted that at present the quasi-undisturbed Hubble flow of matter that has been already affected by quantum-gravitational instabilities, still continues.

In the paper [30] an attempt of qualitative analysis of the above cosmological problems is undertaken. With this purpose extended interpretation of an uncertainty principle applied to the sizes of objects in cosmic scales is proposed. The proposed analytical approach makes it possible to obtain asymptotic time dependences for characteristic sizes of astrophysical and cosmological objects in approximation of spherical symmetry in Euclidean geometry. Globular star clusters, superclusters of Galaxy and the Universe itself are considered as such objects. The existence of groups of interacting universes is postulated, and the issue of a size of cosmic sphere involving the great number of such groups is considered.

2. Revealing the Uncertainty Principle and Absolute Certainty Principle in the Kinetics of Objects Formation

Phenomenological growth laws [31] of volume packed object sizes with the time *t* and expressions for their characteristic sizes in formats of the uncertainty and absolute certainty relation within the space of sizes *a* are given in Table 1.

Table1

Relationships, laws of growth and formulae for characteristic object sizes

Objects	Uncertainty principles (*un*)	Absolute certainty principles (*ac*)
Microcosm and mesostructures	Relationships $\Delta a \Delta p \approx \hbar/2$ $\Delta t \approx \hbar/\Delta E$	Relationships $ap = \hbar/2$ $Et = \hbar$

	Growth laws $\langle a\rangle^{3/2} d\langle a\rangle \approx \left(\frac{\hbar a_0^3}{2m_0 t_i}\right)^{1/2} dt$ $\langle a\rangle^{3/2} d\langle a\rangle \approx \left(\frac{a_0^3 \Delta E}{2m_0}\right)^{1/2} dt$ Maximal size $a_{\max}^{un} \approx \frac{2m_0 a_0^3}{9\hbar \Delta t_{\min}}$	Growth law $a^4 da = (\hbar/2\alpha\rho)dt$ Characteristic size $a_{char}^{ac} \approx \left(\frac{3\hbar t_i^{char}}{2m_0}\right)^{1/2}$
Objects of astrophysics and cosmology	Relationships and growth law $\lvert\Delta a\rvert \cdot \lvert\Delta p\rvert \cong K_c/2$ $\lvert\Delta E\rvert \cdot \lvert\Delta t\rvert \cong K_c$ $\langle a\rangle^2 d\langle a\rangle = (1/\sqrt{2})(\rho_c/\rho)^{1/2} a_0^2 c dt$	Relationships and growth law $ap \cong K_c/2$ $Et \cong K_c$ $\langle a\rangle^2 d\langle a\rangle = (1/2)(\rho_c/\rho) a_0^2 c dt$

Here $\Delta p \sim p = m\Delta a/\Delta t$ is uncertainty of momentum p, m is object mass, ΔE is width of energy level E of the excited state of quantum mechanical system determined by nature of objects and a mode of process, $\hbar$ is a reduced Planck constant, a_0, m_0 is size and mass of an embryo, t_i is characteristic time scale of an elementary (single) act of objects interaction, α is geometrical factor (for a cube $\alpha = 1$, for a sphere $\alpha = \pi/6$), K_c is phenomenological action constant in cosmic scales, ρ is density of observed substance in the Universe, ρ_c is substance critical density at which the Universe becomes closed, c is light velocity. Physical meaning of the relationship between uncertainties "coordinate – momentum" is in the fact that during a period of time $\Delta t \equiv t_i$ of elementary (single) act of objects interaction, the exact size of each object cannot be determined until this interaction is finished. It is associated with the fact that up to the end of the single act, it is impossible to determine the correlation between the object and each interacting surface element. In the format of absolute certainty, the relationship "coordinate – momentum" implies that at each time, the object under consideration is strictly localized within the space of sizes.

Table 2 provides examples of how the above principles manifest themselves when describing formation of objects in the process of equilibrium approximation. The given results are in agreement with the generally known conceptions. One can see that under the proposed kinetic approach the uncertainty principle covers a wider spectrum of processes for objects formation as compared to the absolute certainty principle. At the same time, both principles mutually complement each other. Thereby, the developed asymptotic method for investigating the kinetics of formation of objects with quantum properties, corresponding to the statement [2] about adequacy of phenomenological description of physical phenomena or physical objects, has a sufficient level of generality to be used in problems of high energy density physics and in physical chemistry of high intensity processes. Below are the examples of how uncertainty principles and absolute certainty principles are applied in problems of objects formation in microcosm, nano- and mesocosm, and cosmos.

Table 2

Manifestation of principles in the process of equilibrium approximation. Examples.

Objects	Uncertainty principle	Absolute certainty principle
Microcosm	Formation of hadron jets from quarks r-processes; stable nuclei Deep inelastic relativistic processes	Formation of proton from quarks Formation of giant nuclei with

	in nuclei Formation of super-heavy nuclei up to mass number $A_{end} \cong 470$	$a_{\max}^{ac} \approx 4.8\times10^{-12}$ m
Carbon nanoparticles and mesoobjects	Formation of all known artificial and natural diamonds with sizes from 0.7 nm to 20 sm Characteristic sizes of protein nanoparticles and mesoobjects (archaea, cells)	Characteristic size of a carbonado-type diamond (≈ 0.1 mm) Characteristic size of insulin
Stars	Characteristic times of formation and a size of neutron stars: 0.17-17 s, 16 km	Characteristic size of dwarfs ≈ 4000 km
Superclusters of galaxies	Average size is 84 Mps (megaparsec)	Average size is 36 Mps

2.1. Microcosm

Based on the law of growth for objects in the format of the uncertainty principle [28], it is possible to evaluate the value of fundamental mass in microcosm m_{fund}, if one accepts that the least spatial unity (fundamental length) is the value $a_{fund} \approx 10^{-18}$ m, and that this value is matched by the time scale $t_{un} = a_{fund}/c$. In [28] the following equation for fundamental mass is given:

$$m_{fund} = \frac{\hbar}{c a_{fund}}. \qquad (1)$$

It follows from here that $m_{fund} c^2 = \hbar c / a_{fund} = 196$ GeV [28]. The obtained value approximately corresponds to the mass value of a dark matter particle determined in [32] according to the data of astrophysical observations and equal to 192 GeV. It should be noted that expression (1) is definitely connected with determination of Compton wave-length of a material particle $\lambda\!\!\!^{-} = \hbar/mc$, and the above value of a fundamental length is adequate to the current concepts.

At format of absolute certainty principle one can obtain from the relation $a_{char}^{ac} \approx \left(\frac{3\hbar\Delta t_{char}}{2m_0}\right)^{1/2}$ that the size of hadron formed from light *u*-quarks and *d*-quarks with rest mass 330 MeV [19] in confinement station ($m_0 = 0.58\times10^{-27}$ kg) and at $\Delta t_{char} = 10^{-23}$ s (time scale of strong interaction [33]) is equal to a_{hadr} ≈ 1.64 Fm. Obtained value is in good agreement with the "electrical" diameter of proton which is equaled to 1.72 Fm [33]. Thus, space characteristic of nucleon is based on mass characteristic of quark without size (conditional "point" having the mass). If we consider the "obtained" nucleon with rest mass $m_0 = 1{,}67\times10^{-27}$ kg as the germ, then it follows from the above formula that at characteristic nuclear time $\Delta t_{char} = 10^{-21}$ s nuclear size equals to a_{nucl} ≈ 9.7 Fm. Mass number of such nucleus is equal to A_{nucl} = 58 (nuclear radius $R = r_0 A^{1/3}$, r_0 ≈ 1.25 Fm [34]). The obtained value correspond to interval of mass numbers near "iron peak" of elements spreading in Universe [33]. These results supplement with notions of work [7] about the role of certainty in microphysics.

General diagram (Figure 1) of stable neutron-rich nuclei has been obtained in work [34] with regard for uncertainty principle.

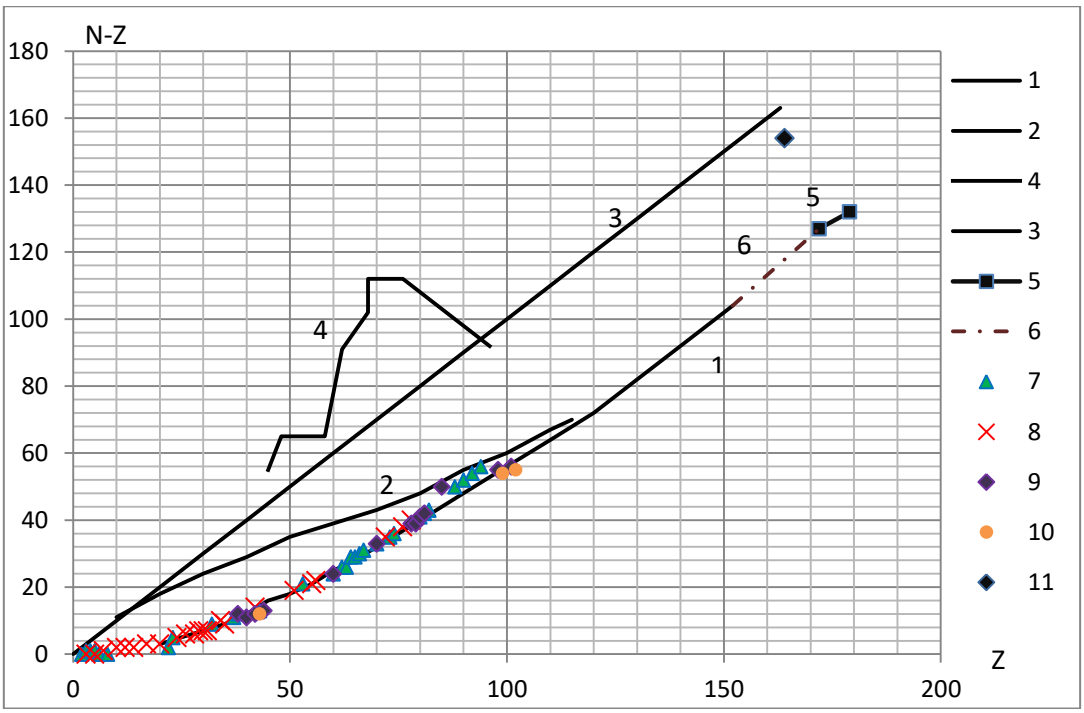


Figure 1. Diagram of neutron-rich nuclei:
1 – parabolic line of 2β-stability [35] regarding for experimental data with prolongation up to hypothetical final nuclide Z = 152, N = 258; 2 – the boundary of well-known neutron-rich nuclei [33]; 3 – supposed boundary of the existence of neutron-rich nuclei (tritium medium); 4 –the boundary of neutron stability [36]; 5 – final nuclides Z = 172, N = 299 и Z = 179, N = 311 [14, 28, 34]; 6 – extrapolation of line 1; 7 – elements calculated jointly with Weizsacker formula of β-stability [33]; 8 – stable isotopes calculated jointly with Weizsacker formula; 9 – elements calculated jointly with nuclei systematics [35]; 10 – isotopes calculated jointly with systematics [35]; 11 – "island" of stability Z = 164, N = 318 mentioned in [35].

One can see that the calculations performed by use of asymptotic method [34] correspond to parabolic line of 2β-stability [35], and to notions of monograph [33]. Point of intersection of lines 3 and 4 correspond to hypothetical stable exotic nucleus $^{281}X_{93}$. In addition, the boundary 3 lies not far from the "island" of stability Z = 164, N = 318 mentioned in [35].

2.2. Nanometric and mesoscopic objects

In the field of nanosized scale and mesoscopics the uncertainty principle covers the whole spectrum of object formation processes described in [5, 12, 37, 38]. Two types of objects are considered: 1) clusters with the lattice formed of atoms of a single type, oscillating as harmonic oscillators with the typical frequencies $\sim 10^{12} - 10^{14}\ s^{-1}$ ("atomic" nanocrystals); 2) clusters formed by macromolecules revealing both oscillating nature of inner motions with the given frequencies, and rotational isomerism with the frequencies $\sim 10^{10} - 10^{11}\ s^{-1}$ ("molecular" nanocrystals). The question arises of whether there is any influence of collective quantum structure properties on the processes of their formation and growth and on the values of their typical sizes. As the objects of the first type, it is reasonable to consider crystals with covalent carbon bonds C–C i.e., nanodiamonds characterized by expressed phonon effects associated with exchange interaction of atoms. As the objects of the second type, it is reasonable to consider protein nanoparticles consisting of amino acid molecules, since the latter are characterized by strong bonds of C–C, C–N and C–O type that provide high-frequency oscillating constituent of internal motion, and by rotational isomerism and low-frequency component of spin-lattice relaxation creating conformational motion with the typical times $\tau = 10^{-10} - 10^{-7}$ s.

In general, the mechanism of formation of macroscopic diamond particles from nanodiamonds described in [15, 28, 34] covers all available data about sizes relating to both artificial diamonds obtained in static and dynamic synthesis, and natural diamonds.

One of the important trends in nanoscience and nanotechnology is formation and investigation of biological materials, in particular, the study into physical mechanisms of protein biosynthesis [5, 12]. According to investigation results, the agreed system of protein arrangement looks like the following: out of nanochains with peptide C–N bonds (primary structures) as a result of twisting and relative position of various polypeptides, in the presence of molecules of nucleic acid, a volume-packed nanoparticle that represents an aperiodic crystal with the given biological code is formed.

At the same time, in [24, 34], there is another system of arrangement of biological nanoparticles, in which as a result of rotational-vibrational interaction of amino acid molecules, their volumetric polycondensation can occur. The seeding centers of polycondensation can be the molecules of nucleic acids, around which amino acid molecules are grouped. They are grouped in a certain order given by preferable formation of C–N bonds as the most short and strong bonds as compared to C–C and C–O bonds. In the proposed in [24, 34] way of considering the corresponding mechanism of protein nanoparticle synthesis, the principle of uncertainty assumes the possibility of mutation of biological objects at a molecular level. Based on typical sizes and masses of embryos (molecules of amino acids of glycine, alanine, valine and tryptophan), there have been determined the following vicinities of the most probable sizes and "magic" sizes, corresponding to proteins [5, 12, 38]: (1.4–1.7); (2.2–2.5); (2.7–2.9–3.3); (4–4.6–4.7); (5–5.5–5.6); (6–6.7–7); (8–8.5); 9; 10; 11; 12; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23 nm. The calculated maximum sizes of mesoobjects from above listed embryos provided the values 0.63; 1.1; 2.1 and 7 μm, corresponding to lysosomes, mitochondrions, red cells, thrombocytes, and small lymphocytes. The calculated results testify to the fact that at the "instant" excitation of a biological system, e.g., under absorption of the radiation energy of various nature, it is possible that nanoparticle and mesoobject significantly increase in sizes, and low density lipoproteins and leucocytes are formed. This fact does not contradict to the known medical facts of formation of mutations and tumors or development of atherosclerosis and leukemia under the effect of ray penetration into an organism.

In case of continuous protein nanofibres (linear nanostructure), one can use the method from [24] and obtain the following expressions for determining typical values of the thickness *d* and the length *l* of the objects:

$$d = a_0 \left(\frac{2 m_0 a_0^2}{\hbar t_i} \right)^{1/4}, \tag{2}$$

$$\langle l \rangle = \left(\frac{\hbar}{m_0} t \right)^{1/2}. \tag{3}$$

With the typical parameter $t_i \equiv t_R = 2\pi\hbar b / k_B \sqrt{2\theta_R T}$ [39] corresponding to rotational molecule isomerism (k_B is Boltzmann constant, b is a number of crystal-forming bonds, θ_R is the typical rotational bond temperature (≈ 2.6 K), T is ambient temperature), we derive from the formula (2) that for the embryos like glycine (the least amino acid with $m_0 = 1.25 \cdot 10^{-25}$ kg, $a_0 = 0.67$ nm [5]) and tryptophan (the highest amino acid with $m_0 = 3.4 \cdot 10^{-25}$ kg, $a_0 = 0.67$ nm [5]) at $T \cong 310$ K, the diameters of nanofibres are equal to 1.27 nm and 2.35 nm. These values approximately correspond to the thicknesses of collagen protein (~1 nm [5]) and myosin protein (2.5 nm [40]). If we assume that to form the nanofibre thickness, it is sufficient to have a single oscillation of a "last bond" of the longest molecule of tryptophan embryo and $t_i \cong 3 \cdot 10^{-14}$ s [9], then from formula (2) we get $d \cong 11.6$ nm. This approximately corresponds to the thickness of a continuous neurofibril of a human, neurofilament, approximately equal to 10 nm [41]. Calculation according to formula (3) shows that to form a neurofilament 300 nm long, one requires approximately 100 μs.

Thereby, the results from the relationship "coordinate-momentum" in the space of object sizes are indicative of the fact that in the system of amino acid molecules, accidental formation of quasi-crystalline nanoparticles and mesoobjects corresponding in their sizes to

essential proteins and cells is possible. These "incorrect" (mutational) objects can grow on these or those crystallization centers without formation of polypeptide bonds, i.e., without formation of "correct" biological code. At the same time formation and growth of such nanoparticles and mesoobjects is possible on fragments of damaged proteins and cells as on the centers of crystallization. All this is in compliance with the generally known concepts concerning mutations of biological structures at a molecular level.

As for the all-known ideas concerning possible origin of life on the Earth as a result of amino acids brought onto the Earth from space, in [24, 34], in the format of the uncertainty principle, it is shown that the objects with sizes from 30-45 nm (ribosomes, inside which protein synthesis occurs) to 0.4 μm (nanosized symbiont) can be generated from amino acid fragments formed under impacts of meteorites against the earth surface.

2.3. Astrophysics and cosmology

With reference to the processes of cosmic scale, it should be noted that the uncertainty principle [30] predetermines currently observed Universe accelerated expansion described by de Sitter cosmological model and Hubble law [1]. In addition the estimated radius of a cosmic sphere $R_c \cong 4.5 \cdot 10^{27}$ m including the great number of independent from each other groups of universes that interact between themselves inside each group within a "light" sphere with the radius $R_{light} \cong 1.323 \cdot 10^{26}$ m, reasonably corresponds to a cosmic radius $R_{cB} \cong 5.89 \cdot 10^{27}$ m, determined in work [42] based on relationship between physical constants. The existence of multiple interacting universes does not contradict the statement about existence of a set of images of a "unique specimen" of [42].

One can try to evaluate the range of "rigid' sizes of astrophysical and cosmological objects based on the principle of absolute certainty. In case of supernova explosion, one should substitute Plank constant in the proper formula of Table 1 by the determined in [28, 34] phenomenological action constant in the "World" of collapsing stars equal to $K_G = \mathrm{M}_{Ch}^2 G_N / c = 1.72 \cdot 10^{42}$ J×s (G_N is a gravitation constant, M_{Ch} is Chandrasekhar critical mass starting from which a star begins to collapse):

$$a_{\max}^{ac} = \hbar \left(\frac{3}{2 m_0 E_{\min}} \right)^{1/2} \quad \rightarrow \quad a_{\max}^{astr} = K_G \left(\frac{3}{2 m_0 E_{\min}} \right)^{1/2}$$

The minimum value of the carried away energy at supernova explosion is equal to $E_{\min} = 10^{41}$ J [43]. As a seed mass, we will formally accept Chandrasekhar limit $m_0 = \mathrm{M}_{Ch} \cong 1.4 \mathrm{M}_{Sol}$, M_{Sol} is the mass of Sun [44]. Hence, we obtain that $a_{\max}^{astr} \cong 4 \times 10^6$ m that approximately corresponds to the size of dwarfs [44]. To determine the maximum possible cosmological size, one should substitute into the proper formula $a_{\max}^{ac} = \left(3 K_c t_i^{\max} / 2 m_0 \right)^{1/2}$ the limit value of the cosmological action constant determined in [30, 34] as $K_c^{\lim} = M_c^2 G_N / c$. Here, $M_c = m_p N_b (\rho_c / \rho) \cong 5.5 \cdot 10^{54}$ kg is cosmic mass determined as a product of baryon mass and the ratio between critical density and baryon density, m_p is proton mass, $N_b \approx 10^{80}$ is baryon number in the Universe [1]. We will accept the value M_c as embryo mass. Then with $t_i^{\max} = a/c$ we obtain the expression for a "new' phenomenological constant that determines the value of the maximum cosmological size $a_{\max}^c$ in the format of the absolute certainty:

$$a_{\max}^c = \frac{3 M_c G_N}{2 c^2} \cong 6 \times 10^{27} \text{ m.}$$

This value are in correspondence with the size for cosmic sphere of 9×10^{27} m calculated in [30] with regard for uncertainty principle.

3. Issues for Further Studies

In terms of evolution of the results, one can try to consider the possibility of formation of objects that have not been yet discovered or are not widely known and therefore, are not described in scientific literature in details.

3.1. In microcosm in the format of the uncertainty principle, such an object can be a final nuclide with a mass number near to $A_{end} \cong 470$ [14, 28, 34]. In a format of the absolute certainty, with the help of formula $a_{char}^{ac} \approx \left(\frac{3\hbar t_i^{char}}{2m_0} \right)^{1/2}$ in the case of alpha-particles as germs and at $t_i^{char} = 10^{-15}$ s (lifetime of intermediate composite nucleus), one can assume an existence of giant nuclei with the size $a_{\max}^{ac} \approx 4.8 \times 10^{-12}$ m. The evaluated size of a hypothetical giant nucleus is in an order of magnitude a thousand times greater than the spatial scale $\sim 10^{-15}$ m of strong interaction between nucleons in usual nuclei. Due to Coulomb repulsion of protons, nuclear forces cannot hold compactly such a huge system consisting of protons and neutrons bound by just strong interaction. It should be noted that the calculated nucleus size corresponds in an order of magnitude to the Compton wavelength of muon neutrino/antineutrino with the rest mass $m_{\nu_\mu} = 0.19$ MeV [33]: $\lambda\!\!\!^{-} = \hbar / c m_{\nu_\mu} = 1.05 \times 10^{-12}$ m. It is reasonably to assume that inside such nucleus under the effect of muon antineutrino, a well-known reaction [33] takes place, i.e., disintegration of a proton into neutron and a positively charged muon:

$$\bar{\nu}_\mu + p \to n + \mu^+ .$$

This reaction assumes formation of "neutron" nuclei in material domains rich in muon antineutrino. The latter are particles "gluing" giant nuclei from inside similarly to what pions do in usual nuclei [33]. Apparently, such hypothetical nuclei can be near to neutron star surfaces (in a crust or liquid domain), where heavy nuclei are located [33, 44].

The abovementioned similarity of muon antineutrino and pions implementing the strong interaction between nucleons in nuclei, allows us to put a question whether muon antineutrino are carriers of some type of interaction between nucleons inside giant nuclei similar to strong interaction. Table 3 provides comparison of characteristics of these two types of interaction. One can see that Yukawa potentials inside the considered nuclei are comparable in an order of magnitude. Right this makes the existence of hypothetical giant nuclei possible.

Table 3

Interaction capabilities between nucleons inside nuclei.

Nuclei	Usual	Giant
Type of interaction	Strong	Assumed
Carriers	Pions	Muon antineutrino
Rest mass m_r, MeV	139.57	0.19
Compton wavelength $\lambda\!\!\!^{-}$, m $\lambda\!\!\!^{-} = \hbar / m_r c$	1.46×10^{-15}	1.05×10^{-12}
Nucleus radius *R*, m	$\sim 10^{-14}$	2.4×10^{-12}
Yukawa potential $U_{nucl} \sim \frac{e^{-R/\lambda\!\!\!^{-}}}{R}$	10^{11}	$\approx 4 \times 10^{10}$

3.2. In nano range of problems and in mesoscopics the following important issues can be determined: 1) behavior of light actinides under deep cooling as nanosized diffusion process [15, 28, 34]; 2) capability check for formation of protein nanoparticles in conditions of relatively low temperatures (e.g. in deep waters) [31, 34]; 3) search for new unknown or little-known biological nanoparticles and mesoobjects [31, 34]. Below are some qualitative considerations referring to the given questions.

3.2.1. Like a theory of fuzzy martensitic transitions developing according to diffusionless mechanism [10], the model [15, 34] of the δ-Pu → α-Pu transformation, as diffusion formation of crystal particles, shows that with the decreased grain size *l* of the initial

phase, the temperature T_0 of the martensitic transition beginning decreases. Yet, as l decreases in diffusion model the temperature T_* of martensitic transition finish increases and "fuzzing of temperature transformation" decreases, which is determined here as the difference T_0 - T_*. It is connected with phonon effect (in particular, "zero" oscillations of crystal lattice). The model predicts that the reverse α-Pu → δ-Pu phase transformation under pulsed heating of the sample preliminary cooled down to temperatures of about 15 K and less is impossible because in the α-phase particle the long-range ordering is not reached. Such particle does not have macroscopic properties and represents a mesostructure with a short-range crystal ordering.

3.2.2. Formulae of [24] for calculating average size nanoparticles in Debye approximation are overwritten as:

small flux of embryos: $$\langle a \rangle \approx \left(\frac{75k\theta_D}{8\pi\rho} \right)^{1/5} t^{2/5}, \quad (4)$$

large flux of embryos: $$\langle a \rangle \approx \left(\frac{27k\theta_D a_0}{2 \cdot 6^{1/3} \pi^{5/3} \rho} \right)^{1/6} t^{1/3}. \quad (5)$$

It has been accepted that Debye parameter θ_D approximately corresponds to the averaged characteristic oscillation temperature of bond expansion (C–C, C–O, C–N) of 1500K [39]. From formula (5) we obtain that for the time of "fast" conformational motions 10^{-10} s [12], in the mode of a large flux of embryos (tryptophan molecules), there can grow protein nanoparticles with the size 1.6 nm. The found size corresponds to a globular protein (myoglobin) [12] which in considerable quantity is present in muscles of whales [45]. In the mode of a small flux of embryos, from formula (4), we obtain that in amino acid environment with the density of $\rho \sim 10^3$ kg×m^{-3}, protein nanoparticles with the size 3.6 nm can grow for the same time. If we consider the growth of protein nanoparticles for the time of "slow" conformational motions 10^{-7} s [12], then from formula (5), in the mode of a large flux of embryos (tryptophan), we obtain that the average size of nanoparticles is 16 nm. From formula (4), we obtain that in the mode of a small flux of embryos, protein nanoparticles with the average size about 60 nm can grow in amino acid environment with the density of $\rho \sim 10^3$ kg×m^{-3}. The calculated values overlap the entire known range of protein nanoparticle sizes [5, 12, 38].

3.2.3. In the format of absolute certainty with the average density of amino acids $\rho = 1.3 \cdot 10^3$ kg×m^{-3} [5] from the equation of Table 1 $a^4 da = (\hbar / 2\alpha\rho) dt$, we obtain that for the time from one million of years (conditional time after a large cosmic body that has brought amino acids in it, strikes the Earth surface) to approximately 5 billion of years (Earth age [46]), mesoobjects with the sizes from ≈30 μm to ≈140 μm can grow. These can be crystal skeletons of microorganisms (bacteria) formed in out-of-the-way places (glaciers, caves, extinct volcanoes, deep waters and so on).

Organic-silicon mesoobjects [47] with $\rho = 0.93 \cdot 10^3$ kg×m^{-3} can have the related sizes. The basis of these mesoobjects is siloxane sceleton – the chain of alternate Si and O atoms. Elementary portion of such polymer chain consists of two adjacent atoms Si and attached atoms C, H, O. Replacement of some H atoms by N, F, S, and Fe atoms results in analogy with biological polypeptide nanochains [5]. Such analogy expands a range of questions related to the study of life as a nanoscale phenomenon [38].

Based on the data on atomic radii and the lengths of interatomic bonds [27], it is possible to evaluate an embryo size of a rubber polymer as $a_0 \cong 0.4$ nm. Resulting from the mentioned value of average density of organic-silicon components, we will determine the mass of the least sphere-shaped embryo as $m_0 \cong (\pi/6)\rho a_0^3 \cong 3.09 \cdot 10^{-26}$ kg. Then, under the principle of uncertainty according to the Table 1 formula, one can evaluate a typical size of a globular organic-silicon nanocrystal:

$$a_{\max}^{un} \approx \frac{2m_0 a_0^3}{9\hbar\Delta t_{\min}} \cong 60 \text{ nm},$$

where $\Delta t_{\min} = 1/\omega_e c = 7\cdot 10^{-14}$ s ($\omega_e \cong 10^5$ m^{-1} [27]). This size in a scale of magnitude corresponds to the sizes of biological equivalents (ribosomes) [5]. If similar to translational crystal symmetry, we accept $a_{trans} = 2a_0 \cong 0.8$ nm as an embryo size, then the evaluated typical size will increase a factor of $2^6 = 64$:

$$a_{\max}^{un} \approx \frac{2m_0 a_{trans}^3}{9\hbar\Delta t_{\min}} \cong 3.84 \text{ μm}.$$

This size in a scale of magnitude corresponds to the sizes of biological mesoobjects [5] and protozoa (archaea) [48]. The calculated sizes can be significantly increased, if we substitute a part of H atoms by significantly heavier atoms contained in standard biological organisms. The issue of existence of such hypothetical biological structures, containing silicon, remains open. It looks reasonable to search for the mentioned structures in places, where rubber-bearing plants grow.

3.3. With reference to unobservable cosmological objects, cosmic sphere [30] with $a_c \cong 9\times 10^{27}$ m and the calculated above maximal cosmological object with $a_{\max}^c \cong 6\times 10^{27}$ m are not considered by cosmological standard models [1, 6].

4. Conclusions

Under the proposed kinetic approach, the uncertainty principle covers a wider spectrum of object formation processes than the absolute certainty principle. It especially refers to nano-range-of-problems, mesoscopics, and to cosmology.

Both principles mutually complement each other and predict formation of objects that so far are not widely known or, at least, well described in scientific literature.

***

1. Penrose, R. The Road to Reality. A Complete Guide to the Laws of the Universe. Jonathan Cape, London (2004)
2. Kadomtsev, B.B. Dynamics and Information. Soviet Physics Uspekhi, 37(5), 425499 (1994)
3. Von Oppen, G. (1994) Objects and Environment. Physics Uspekhi, 39(6), 617-620.
4. Auffray, J.-P. Quantum Meteorites: An Extemporaneous Description of the System of the World. Journal of Modern Physics, 6(8), 878-889 (2015)
5. Pool, C.P. and Owens, F.J. Introduction to Nanotechnology. John Wiley & Sons, Lnc., London (2003)
6. Lukash, V.N., Mikheeva, E.V., and Malinovsky, A.M. Formation of the Large-Scale Structure of the Universe. Physics–Uspekhi, 54(10),1017-1040 (2011)
7. Perl, M.L. Certainty and Uncertainty in the Practice of Science: Electrons, Muons, and Taus. SLAC–PUB–8010–REV (1999)
8. Hellen, E. K. and Alava, M. J. Persistence in cluster-cluster aggregation. Physical Reviev E, 66(26), 026120-1 – 026120-9 (2002)
9. Slyadnikov, E.E. Two-Level Quantum System in a Crystal under Deformation (in Russian). Physical Mesomechanics, 6(3), 23-28 (2003)
10. Malygin, G.A. Nanoscope Size Effects on Martensitic Transformation in Shape Memory Alloys. Physics of the Solid State, 50, 1538-1543 (2008)
11. Vanossi, A., Manini, N., Urbakh, M., Zapetti, S., and Tosatti, E. Modeling Friction: From Nanoscale to Mesoscale. Review of Modern Physics, 85(2), 529-562 (2013)
12. Suzdalev, I.P. Nanotechnology: Physics-Chemistry of Nanoparticles, Nanostructures and Nanomaterials (in Russian). Synergetics: From the Past to Future, Komkniga, Moscow (2006)
13. Morokhov, I.D., Petinov, V.P., Turusov, L.P., and Petrunin, V.F. Structure and Properties of Fine Metallic Particles. Soviet Physics Uspekhi, 24, 295-334 (1981)
14. Lin, E.E. Cluster Model of Formation of Subnuclear and Subatomic Objects. Journal of Modern Physics, 5(3), 107-111 (2014)
15. Lin, E.E. Mesokinetics of Growth of Nanostructured Objects with Strong Interatomic Bonds. In: J. Taylor, Ed., Advances in Chemistry Research, 5, 171-190. Nova Science Publishers, New York (2010)
16. Persico, E. Fundamentals of Quantum Mechanics. Prentice-Hall (1963)
17. Man'ko, V.I. Coherent State (in Russian). In: A. M. Prokhorov, Ed., Physical Encyclopedia, Soviet Encyclopedia, Moscow, 2, 392-394 (1990)

18. Wagner, P. and Zhong, Y.M. Cluster Formation in Disordered Systems and Nuclear Fragmentation. Nuclear Physics A, 592, 385-412 (1995)
19. Okun, L.B. Current Status of Elementary Particle Physics. Physics-Uspekhi, 41, 553-557 (1998)
20. Dremin, I.M. The Quark-Gluon Medium. Physics-Uspekhi, 53, 123-1149 (2010)
21. Lozovik, Y.E. and Popov, A.M. Formation and Growth of Carbon Nanostructures: Fullerens, Nanoparticles, Nanotubes and Cones. Physics Uspekhi, 40, 717-737 (1997)
22. Mukhin, K.N. and Patarakin, O.O. Exotic Processes in Nuclear Physics. Physics-Uspekhi, 43, 799-839 (2000)
23. Panov, I.V. and Thielemann, F.K. Fission and the r-Process: Competition between Neutron-Induced and Beta-Delayed Fission. Astronomic Letters, 30, 647-655 (2004)
24. Lin, E.E. Stochastic Mechanism of Formation of Mutational Protein Nanoparticles and Mesoobjects. Curr Trends Biomedical Eng & Biosci; 18(3): 001-005 (2019)
25. Vol'kenstein, M.V. Molecular biophysics (inRussian). Moscow: "Nauka" (1975)
26. Zbarskii, I.B. Proteins (in Russian). Big Soviet Encyclopaedia. Moscow: SovietEncyclopaedia. 3: 317–323 (1970)
27. Ravdel', A.A, Ponomareva, A.M. (Ed.). Handbook of physical-chemical values (in Russian). Leningrad: Khimia (1983)
28. Lin, E.E. Kinetics of Formation of Objects Revealing Quantum Properties. Scientific Research Publishing, Inc. Wuhan (2016)
29. Teerikorpi P. et al. The Envolving Universe and the Origin of Life. The Search for Our Cosmic Roots. Springer-Science (2008)
30. Lin, E.E. On Boundaries of Cosmos. World Journal of Mechanics, 5, 1-6 (2015)
31. Lin, E. E. Revealing the Uncertainty and Absolute Certainty Principles in the Kinetics of Objects Formation. World Journal of Mechanics, 8(4), 82-93 2018
32. Matson, L. On Durk Matter Identification. World Journal of Mechanics, 7(1), 133-141 (2017)
33. Ishanov, B.S., Kapitonov, I.M. and Yudin, N.P. Particles and Atomic Nuclei (In Russian). LKI, Moscow (2007)
34. Lin E. E. Asymptotic Kinetics of Formation of Objects with Quantum Properties (In Russian). RFNC-VNIIEF, Sarov (2019).
35. Selinov, I.P. Atomic Nuclei: Structure and Systematization (in Russian). Nauka, Moscow (1990)
36. Tarasov, V.N., Gridnev K.A., Grainer, W., Schramm, S., Gridnev, D.K., Tarasov, D.V., Vinas, X. Peninsula of Neutron Stability of Nuclei in the Neighbourhood of Neutron Magic Number N = 126. Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics, 77(7), 842-848 (2013)
37. Shenderova, O.A., Zhinov, V.V. and Brunner, D.W. Carbon Nanostructures. Critical Reviews in Solid State and Material Sciences, 27(3), 227-356 (2002)
38. Mann, S. Life as a Nanoscale Phenomenon. Angew. Chem. Int. Ed., 47, 5306-5320 (2008)
39. Syue-sen', T. Physical Mechanics. (Translated from Chinese) Mir, Moscow (1965)
40. Myosin. Big Soviet Encyclopaedia, Moscow: Soviet Encyclopaedia, 16, 901-902 (1974) (In Russian).
41. Neurofibriles. Big Soviet Encyclopaedia, Moscow: Soviet Encyclopaedia, 17, 1244 (1974) (In Russian).
42. Bartini, R.O. Relations between Physical Constants. Progress in Physics, 3, 34-40 (2005)
43. Utrobin, V.P. Supernovae. In: Prokhorov, A.M., Ed., Physical Encyclopedia, 4, 433-435, Big Russian Encyclopedia, Moscow (1994) (In Russian).
44. Lyubarskii, Yu.E. and Syunyaev, R.A. Astronomy and Astrophysics. In: Grigor'ev, S. and Meilikhov, E.Z., Eds., Physical Quantities Handbook, 1197-1230, Energoatomizdat, Moscow (1991) (In Russian).
45. Whales. In: Big Soviet Encyclopaedia, Moscow: Soviet Encyclopedia, 12, 735-737 (1973) (In Russian).
46. Kozenko, A.V. Earth. In: Prokhorov, A.M., Ed., Physical Encyclopedia, 2, 78. Big Russian Encyclopedia, Moscow (1990) (In Russian).
47. Asnovitch, E.Z., Petrashko, A.I. Silicon-organic Compounds. In: Vvedenskii B.A. and Vul B.M., Ed., Physical Encyclopedia, 2, 513-517. Soviet Encyclopedia, Moscow (1962) (In Rusian).
48. Krieg Noel Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. US: Springer, 21 -26 (2005)

Perepelkin E.E., Polyakova R.V., Kovalenko A.D., Tarelkin A.A.

The Boundary Value Problem for Elliptic Equation in the Corner Domain in the Numerical Simulation of Magnetic Systems

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-03
idsp: scienceconf-03-2021-03

Abstract

The formulation of the boundary value problem arises in magnitostatics when finding the magnetic field distribution by the method of two scalar potentials in the domain comprising ferromagnetic and vacuum. The problem nonlinearity is stipulated by the dependence of the medium properties (magnetic permeability) on the solution to be found. In connection

with that the solution of such a problem has to be found by numerical methods, a question arises about the behavior of the boundary value problem solution around the angular point of the ferromagnetic. This work shows that if the magnetic permeability function meets certain requirments, the corresponding solution of the boundary value problem will have a limited gradient. Near the corner point an essential growth of the module of the magnetic field can take place, which leads to the necessity of constructing special numerical algorithms when solving the boundary-value problem. In this paper an upper estimate is given of maximum possible growth of the magnetic field in the corner domain. In terms of this estimate a method is proposed of condensing the differential mesh near the corner domain. This work represents an algorithm of constructing an adaptive mesh in the domain with a boundary corner point of ferromagnetic taking into account the character of behaviour of the solution of the boundary-value problem. An example of calculating a model problem in the domain containing a corner point is given.

Аннотация

Постановка краевой задачи возникает в магнитостатике при моделировании распределения магнитного поля методом двух скалярных потенциалов в области, содержащей ферромагнетик и вакуум. Нелинейность задачи обусловлена зависимостью свойства среды (магнитной проницаемости) от самого искомого поля. В связи с тем, что решение такой задачи приходится искать численными методами, встает вопрос о поведении решения краевой задачи в окрестности угловой точки ферромагнетика. Показано, что если функция магнитной проницаемости удовлетворяет определенным условиям, то соответствующее решение краевой задачи будет иметь ограниченный градиент. В окрестности угловой точки возможен существенный рост модуля магнитного поля, что приводит к необходимости построения специальных численных алгоритмов при решении краевой задачи. Делается верхняя оценка допустимого роста магнитного поля в окрестности угловой точки. На основании полученной оценки предлагается метод сгущения разностной сетки вблизи угловой точки, учитывающий характер поведения решения краевой задачи. Приводятся примеры расчета магнитных систем в области, содержащей «угловую точку».

1. Introduction

Many physics research facilities use magnet systems of various configurations. An example is a system of spectrometric magnets. It is very important to know with a good accuracy the distribution of the magnetic field generated by this system. The problem is actually reduced to formulation of a magnetostatic problem of finding the distribution of the magnetic field generated by the magnet system under consideration. Since the magnetic system has a complicated configuration, the solution of the problem is usually sought using numerical methods. The domain in which the boundary-value problem is solved during calculations of a particular magnet system often has a piecewise smooth boundary. In this case the solution of the problem or the derivative solutions can have a singularity. Therefore, the numerical search for the solution requires the use of special methods.

2. Formulation of the boundary-value problem

The problem to be formulated is the magnetostatics problem of the magnetic field distribution in the corner domain of a ferromagnetic (see Fig. 1). From the Maxwell equations and boundary relations (no currents are supposed to be in the region under consideration) it follows that

$$div\vec{B}(p)=0,\ rot\vec{H}(p)=0,\ p\in\Omega;$$

$$\vec{n}\cdot(\vec{B}_1-\vec{B}_2)=0,\ \vec{n}\times(\vec{H}_1-\vec{H}_2)=0,\ p\in\Gamma,$$

where где Ω is the ferromagnetic and the vacuum region, Γ is the boundary, and $\vec{B}$ and $\vec{H}$ are the magnetic field induction and strength vectors. For the ferromagnetic region Ω_2 we can

write $\vec{B} = \mu_0 \mu(H)\vec{H}$, where $H = \left|\vec{H}\right|$, $\mu(H)$ is the permeability, and μ_0 is the vacuum permeability. For the vacuum region Ω_1 we have $\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$. Since there are no current sources in the region $\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2$, the field is potential and thus the following representation holds:

$$\vec{H}(p) = -\nabla u(p),\ p \in \Omega,\ u(p) = \begin{cases} u_1(p),\ p \in \Omega_1, \\ u_2(p),\ p \in \Omega_2, \end{cases}$$

where $u(p)$ is the scalar potential. The consequent formulation of the boundary-value problem is

$$\begin{gathered} div\left[\mu\left(\left|\nabla u_1(p)\right|\right)\nabla u_2(p)\right] = 0,\ \ p \in \Omega_2,\ \Delta u_1(p) = 0,\ \ p \in \Omega_1, \\ u_1\big|_{\Gamma_-} = u_1\big|_{\Gamma_+},\ \ \mu\left(\left|\nabla u_2(p)\right|\right)\frac{\partial u_2}{\partial n}\bigg|_{\Gamma_+} = \frac{\partial u_1}{\partial n}\bigg|_{\Gamma_-},\ \ u_1\big|_{\Gamma_1} = \Psi_1;\ \ u_2\big|_{\Gamma_2} = \Psi_2, \end{gathered} \tag{1}$$

where the function $\mu(H)$ satisfies the conditions

1. $\mu(H) \in C^{(1)}\left[0, +\infty\right)$;
2. $\mu(H) > 1$ for $H \in \left[0, +\infty\right)$;
3. $\mu(H) \xrightarrow{H \to +\infty} 1$.

Let us consider the function $\bar{\mu}(H)$, an analogue of the function $\mu(H)$, for which conditions 2 and 3 are replaced by $\bar{\mu}(H') = 1$ for $H' \geq H_0$, where H_0 is "large enough". In what follows we will assume that the solution to (1) is $u \in C(\Omega \cup \Gamma \cup \Gamma_1 \cup \Gamma_2)$, and thus is follows that $\exists C_0 > 0\ \ \forall p \in \Omega \cup \Gamma \cup \Gamma_1 \cup \Gamma_2 : \left|u(p)\right| < C_0$.

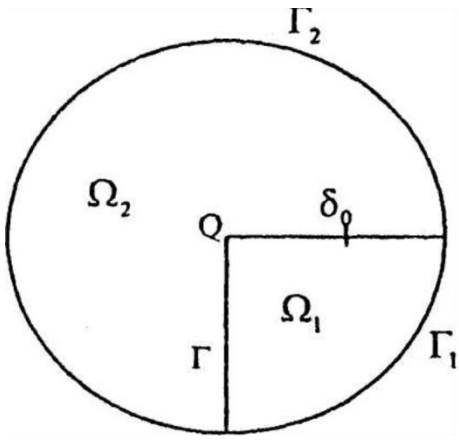


Fig. 1

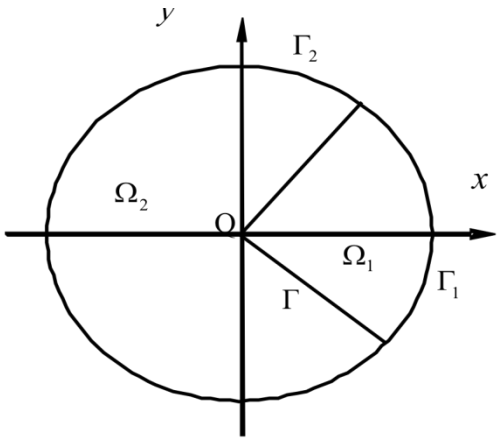


Fig. 2

3. On a certain boundary-value problem

Before proceeding to the main statements of the paper, we consider an auxiliary problem that is discussed in detail in [1], namely, the boundary-value problem (see Fig. 2)

$$\left.\begin{aligned} & div\left[q\nabla u(p)\right] = 0,\ \ p \in \Omega \\ & u\big|_{\Gamma_-} = u\big|_{\Gamma_+} \\ & q_2 \frac{\partial u}{\partial n}\bigg|_{\Gamma_+} = q_1 \frac{\partial u}{\partial n}\bigg|_{\Gamma_-} \\ & u\big|_{\Gamma_1} = \Psi_1;\ \ u\big|_{\Gamma_2} = \Psi_2 \end{aligned}\right\}, \text{где } q = \begin{cases} q_1,\ p \in \Omega_1, \\ q_2,\ p \in \Omega_2, \end{cases}$$

$$\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2,\ \Omega_1 = \{(r,\varphi):\ 0 < r < r_0,\ |\varphi| < \pi/4\},$$
$$\Omega_2 = \{(r,\varphi):\ 0 < r < r_0,\ |\varphi| > \pi/4\},$$

where $\Psi_i \in C^{(1)}(\Gamma_i)$, $i = 1,2$ (see Fig. 2). Let us introduce the polar coordinate system. The solution is sought by the method of separation of variables: $u \sim R(r)\cdot\Phi(\varphi)$. As a result, we have $\Phi'' + \lambda^2\Phi = 0,\ r^2R'' + rR' - \lambda^2 R = 0.$

Thus, by virtue of boundedness of $u(p)$ at the origin, the solution for $R(r)$ will be $R(r) \sim r^{\lambda}$, and for $\Phi(\varphi)$ is will be eigenfunctions divided into two groups, symmetric about $\varphi = 0$ and antisymmetric about $\varphi = 0$. In the former case, the eigenfunctions take the form

$$\Phi_{\lambda}^{(1)}(\varphi) = \begin{cases} \cos(\lambda\varphi),\ |\varphi| < \pi/4, \\ \mathrm{a}_{\lambda}\cos(\lambda(\pi - \varphi)),\ |\varphi| > \pi/4. \end{cases}$$

Here the constant a_{λ} is determined from the boundary ratio for normal derivatives

$$a_{\lambda} = -\left[q_1 \sin\left(\lambda\frac{\pi}{4}\right)\right] \Big/ \left[q_2 \sin\left(\lambda\frac{3\pi}{4}\right)\right],$$

and the eigenvalues λ can be determined using the continuity relation for the solution $u(r,\varphi)$ at the boundary

$$-\frac{q_1}{q_2} = \frac{\cos\left(\lambda\frac{\pi}{4}\right)}{\cos\left(\lambda\frac{3\pi}{4}\right)}\frac{\sin\left(\lambda\frac{3\pi}{4}\right)}{\sin\left(\lambda\frac{\pi}{4}\right)}.$$

Thus, either $\mathrm{tg}\left(\lambda\frac{\pi}{4}\right) = 0$ and hence $\lambda = 4n$, or $\lambda = \pm\lambda_1 \pm 4n$, where λ_1 is the smallest root of the equation

$$-\frac{q_1}{q_2} = \left[3 - \mathrm{tg}^2\left(\lambda\frac{\pi}{4}\right)\right] \Big/ \left[1 - 3\mathrm{tg}^2\left(\lambda\frac{\pi}{4}\right)\right]. \tag{2}$$

The singularity is introduced in the solution by the series term $r^{\lambda_1}\Phi_{\lambda_1}(\varphi)$ at $\lambda_1 < 1$. From (2) it follows that

$$\lambda_1 = 1 \ \Leftrightarrow\ q_1 = q_2. \tag{3}$$

This means that if $q_1 = q_2$, $|\nabla u(p)|$ will be limited.

4. Behavior of the solution of the boundary-value problem

Let us consider boundary-value problem (1) with the permeability function $\bar{\mu}$, region Ω (see Fig.1).

Statement

$$\exists K > 0\ \ \forall\delta > 0\ \ 0 < \rho(p,Q) < \delta:\ |\nabla u(p)| < K,$$

where $\rho(p,Q)$ is the distance between the points p and Q, and by boundedness on Γ is meant boundedness on Γ_+ and Γ_-.

Proof

We will prove it by contradiction. Let us assume that it is not true. Then

$$\forall K > 0\ \ \exists\delta > 0\ \ 0 < \rho(p,Q) < \delta:\ |\nabla u(p)| \ge K.$$

Let us take $K = \max\left(H_0, 4C_0\sqrt{\pi}\right)$, $0 < \delta_0 < \delta$, then for $p:\ 0 < \rho(p,Q) \le \delta_0$ the condition

$$|\nabla u(p)| \ge H_0\ \Rightarrow\ \bar{\mu}(H) = 1. \tag{4}$$

should hold.

We introduce a polar coordinate system with the origin at the point Q. Let $u(r,\varphi)$ be the solution of our boundary-value problem satisfying condition (4). Then on $\Gamma_{\pm}$ it should satisfy the conditions

$$\frac{\partial u}{\partial \varphi}(\delta_0,\varphi)\Big|_{\varphi=0+} = \frac{\partial u}{\partial \varphi}(\delta_0,\varphi)\Big|_{\varphi=0-}, \tag{5}$$

and by virtue of continuity of $u(\delta_0,\varphi)$

$$u(\delta_0,\varphi)\big|_{\varphi=0+} = u(\delta_0,\varphi)\big|_{\varphi=0-} = u(\delta_0,0). \tag{6}$$

should hold. It follows from (5) and (6) that $\exists \frac{\partial u}{\partial \varphi}(\delta_0,0) = \frac{\partial u}{\partial \varphi}(\delta_0,\varphi)\Big|_{\varphi=0+} = \frac{\partial u}{\partial \varphi}(\delta_0,\varphi)\Big|_{\varphi=0-}$.

Thus, putting

$\overline{\Psi}_i(\varphi) = u_i(\delta_0,\varphi),\ i=1,2,\ \overline{\Psi} = \begin{cases} \overline{\Psi}_1,\ \overline{\Gamma}_1, \\ \overline{\Psi}_2,\ \overline{\Gamma}_2, \end{cases}$ in the δ_0-vicinity of the point Q we obtain

$\overline{\Gamma} = \{(\delta_0,\varphi):\ 0<\varphi\le 2\pi\}$,

the boundary-value problem

$$\begin{gathered} \Delta u_1(p)=0,\ p\in\Omega_1,\ \Delta u_2(p)=0,\ p\in\Omega_2, \\ \frac{\partial u_2}{\partial n}\Big|_{\Gamma_+} = \frac{\partial u_1}{\partial n}\Big|_{\Gamma_-},\ u_1\big|_{\Gamma_-} = u_2\big|_{\Gamma_+},\ u\big|_{\overline{\Gamma}} = \overline{\Psi}, \end{gathered} \tag{7}$$

where $\overline{\Psi}\in C^{(1)}(\overline{\Gamma})$. From (3) (and also from [1]) we find that (7) has no singularities, i.e., $\lim\limits_{p\to Q}|\nabla u(p)| = \sqrt{a_1^2+b_1^2} \le 4C_0\sqrt{\pi} = K$, where a_1 and b_1 are the Fourier series coefficients for the function $u(p)$ at the boundary of $\overline{\Gamma}$. Consequently, we have arrived at a contradiction, which proves our statement.

Thus, it follows from the statement that the magnetic field is bounded in the corner domain provided that the permeability function satisfies the conditions

1) $\overline{\mu}(H)\in C^{(1)}[0,+\infty)$, 2) $\exists H_0>0 \quad \forall H'\ge H_0:\ \overline{\mu}(H')=1$.

Note an interesting fact. Let us solve boundary-value problem (1) and let its solution has unbounded $|\nabla u|$. This means that in the vicinity of the point Q the permeability function $\mu(|\nabla u|)$ will tend to unity. Since the number of figures in the mantissa is limited, it will turn out that in a certain small vicinity of the point Q the function $\mu(|\nabla u|)$ will be equal to 1. That is, there arises boundary-value problem (1) with the permeability function $\overline{\mu}(H)$ that has bounded $|\nabla u|$ and thus we get a contradiction. Consequently, numerical calculations cannot "theoretically" yield a solution with the infinitely growing $|\nabla u|$, and we will seek the solution of another boundary-value problem, namely, problem (1) with $\overline{\mu}(H)$, where $|\nabla u|$ is limited. But the solution of problem (1) with $\overline{\mu}(H)$ does not coincide in the general case with the solution of initial problem (7) with $\mu(H)$. It is therefore necessary to use special methods for solving this problem. One of these methods is considered in [2, 3] for the solution of the equation $div\left[\mu(|\nabla u|)\nabla u\right]=0$ in the corner domain.

5. Estimation of the magnetic field growth

Let us show that the magnetic field in the corner domain of a ferromagnetic satisfies the condition

$$H(s) \le C_0 \ln \frac{1}{r_s} + w(s), \tag{8}$$

where C_0 is a constant, $w(s)$ is a bounded function, and r_s is the distance to the corner. The integral formulation of the magnetostatic problem [4] allows the magnetic field to be represented as

$$\vec{H}(s) = \vec{H}_C(s) - \nabla_s \int_{\Omega_f} \left(\vec{M}(p), \nabla_P \Psi(s,p)\right) d\upsilon_p, \tag{9}$$

where $\vec{H}_C$ is the field from the current sources, $\vec{M}$ is the ferromagnetic magnetization vector, the function $\Psi(s,p)$ is equal to $\frac{1}{4\pi r_{sp}}$ or $\frac{1}{2\pi}\ln r_{sp}$ for the three-dimensional and the two-dimensional case respectively, and Ω_f is the ferromagnetic domain. The magnetization vector is defined as $\vec{M} = \mu_0 \chi(H)\vec{H} = \mu_0\left(\mu(H)-1\right)\vec{H}$, where μ_0 is a constant, $\chi(H)$ is the magnetic susceptibility, and $\mu(H)$ is the permeability of the ferromagnetic. Given high fields ($H \to \infty$), the representation [5, 6] $\mu(H) = 1 + \frac{A}{H} - \frac{B}{H^2}$ when $H \to \infty$ is valid, where A and B are positive constants. Consequently, when $H \to \infty$, $M = \left|\vec{M}\right|$ is limited by a constant $M_0 = \mu_0 A$. Let us consider the 2D case. From (9) we obtain $\vec{H}(s) = \vec{H}_C(s) - \frac{1}{2\pi}\nabla_s \int_{\Omega_f} \left(\vec{M}(p), \frac{\vec{r}_{sp}}{r_{sp}^2}\right) d\upsilon_p$. Here the first term is limited, and we therefore estimate the second term

$$\left|\nabla_s \int_{\Omega_f} \left(\vec{M}(p), \frac{\vec{r}_{sp}}{r_{sp}^2}\right) d\upsilon_p\right| \le \left|\int_{\Omega_f} \frac{\partial}{\partial x_s} \frac{M^{(x)}(p)(x_p - x_s) + M^{(y)}(p)(y_p - y_s)}{(x_p - x_s)^2 + (y_p - y_s)^2} d\upsilon_p\right| +$$

$$+\left|\int_{\Omega_f} \frac{\partial}{\partial y_s} \frac{M^{(x)}(p)(x_p - x_s) + M^{(y)}(p)(y_p - y_s)}{(x_p - x_s)^2 + (y_p - y_s)^2} d\upsilon_p\right| =$$

$$= \left|\int_{\Omega_f} \frac{M^{(x)}\left(\overline{x}^2 - \overline{y}^2\right) + 2M^{(y)}\overline{xy}}{\left(\overline{x}^2 + \overline{y}^2\right)^2} d\upsilon_p\right| + \left|\int_{\Omega_f} \frac{M^{(y)}\left(\overline{y}^2 - \overline{x}^2\right) + 2M^{(y)}\overline{xy}}{\left(\overline{x}^2 + \overline{y}^2\right)^2} d\upsilon_p\right| \le$$

$$\le 2\int_{\Omega_f} \frac{2r_{sp}^2\left|M^{(x)}\right| + 2r_{sp}^2\left|M^{(y)}\right|}{r_{sp}^4} d\upsilon_p \le 8M_0 \int_{\Omega_f} \frac{1}{r_{sp}^2} d\upsilon_p,$$

where $\overline{x} = x_p - x_s$ and $\overline{y} = y_p - y_s$. We calculate the integral $\int_{\Omega_f} \frac{1}{r_{sp}^2} d\upsilon_p = \int_{v_\delta} \frac{1}{r_{sp}^2} d\upsilon_p + \int_{\Omega_f \setminus v_\delta} \frac{1}{r_{sp}^2} d\upsilon_p$,

where $v_\delta = \Omega_f \cap S_\delta(Q)$ is the angular sector at the v_δ corner point Q (see Fig. 3).

The integral over the domain Ω_f / v_δ will be limited, and we therefore consider only the integral over the domain v_δ

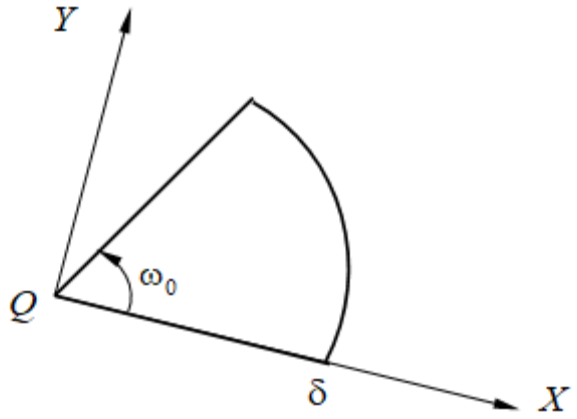


Fig 3. The angular sector

$$\int_{\Omega_f} \frac{1}{r_{sp}^2} d\upsilon_p = \int_0^{\omega_0} d\varphi_p \int_0^{\delta} \frac{r_p dr_p}{r_p^2 + r_s^2 - 2r_p r_s \cos\varphi_{sp}} =$$

$$= \int_0^{\omega_0} d\varphi_p \left(\int_0^1 \frac{tdt}{1+t^2-2t\cos\varphi_{sp}} + \int_1^{\delta/r_s} \frac{tdt}{1+t^2-2t\cos\varphi_{sp}} \right),$$

$t = \frac{r_p}{r_s}$. Then we use the expression for the generating function

$$\frac{1}{\sqrt{1+t^2-2t\cos\varphi_{sp}}} = \begin{cases} \sum_{m=0}^{+\infty} P_m\left(\cos\varphi_{sp}\right) t^m, & |t|<1, \\ \sum_{m=0}^{+\infty} P_m\left(\cos\varphi_{sp}\right) t^{-m-1}, & |t|<1 \end{cases}$$

and obtain

$$\int_{\Omega_f} \frac{1}{r_{sp}^2} d\upsilon_p = \int_0^{\omega_0} d\varphi_p \left(\int_0^1 tdt \sum_{m,k=0}^{+\infty} P_m P_k t^{k+m} + \int_1^{\delta/r_s} tdt \sum_{m,k=0}^{+\infty} P_m P_k t^{-(k+m+2)} \right) =$$

$$= \int_0^{\omega_0} d\varphi_p \left(\sum_{m,k=0}^{+\infty} P_m P_k \left. \frac{t^{k+m+2}}{k+m+2} \right|_0^1 + \sum_{m+k\neq 0}^{+\infty} P_m P_k \left. \frac{t^{-(k+m)}}{-(k+m)} \right|_1^{\delta/r_s} \right) +$$

$$+ \int_0^{\omega_0} d\varphi_p P_0^2 \ln t \Big|_1^{\delta/r_s} = \omega_0 \ln\frac{\delta}{r_s} + \sum_{m,k=0}^{+\infty} P_m P_k \frac{\alpha_{m,k}}{m+k+2} + \sum_{m+k\neq 0}^{+\infty} P_m P_k \frac{\alpha_{m,k}}{m+k} \left(\left(\frac{r_s}{\delta}\right)^{m+k} - 1 \right) =$$

$$= C_1 \ln\frac{1}{r_s} + w_1(s),$$

where $\alpha_{m,k} = \int_0^{\omega_0} P_m\left(\cos\varphi_{sp}\right) P_k\left(\cos\varphi_{sp}\right) d\varphi_p$, C_1 is a constant, and $w_1(s)$ is a bounded function. Thus, the validity of expression (8) is ascertained.

6. Method of mesh condensing in the corner domain

In [7–9] there are examples of constructing a differential mesh for some boundary-value problems in corner domains. The main idea is to condense the differential mesh or finite elements for obtaining an admissible problem approximation error. This error involves integrals over elementary domains estimated by the quantities of the form $Ch_i^{\beta} \|u\|_{k,j}$, where h_i is the diameter of the i elementary domain or mesh cell, β is a positive number, $\|u\|_{k,j}$ is the norm of the function with the kth derivative in this domain, and C is a constant

independent of all these factors. Then we can require, for example, that quantities $Ch_i^{\beta}\|u\|_{k,j}$, be identical in the domain under consideration. To this end, h_i^{β} can be decreased in inverse proportion to $\|u\|_{k,j}$ on approach to the singular points. We demonstrate the validity of the following statement.

Let $\vec{V}(s)$ be the solution of the magnetostatic problem in the integral formulation found by a numerical method and $\vec{H}(s)$ be the exact solution. Then the following estimate is valid:

$$\left\|\vec{V}-\vec{H}\right\|_{L_2(D)}^2 < h^2\left(c_1\ln^2 h + c_2\ln h + c_3\right), \tag{10}$$

where c_1, c_2, and c_3 are positive constants and h is the diameter of the domain D, which is a differential grid cell containing the ferromagnetic corner.

By virtue of (9), the following expression for $\vec{V}(s)$ holds:

$$\vec{V}(s) = \vec{H}_C(s) - \frac{1}{2\pi}\nabla_s \sum_{j=1}^{N}\int_{\Omega_j}\left(\vec{M}\left(\vec{H}_j\right), \frac{\vec{r}_{sp_j}}{r_{sp_j}^2}\right)dv, \tag{11}$$

where $\vec{H}_j$ is the field in the cell Ω_j, $j=1\ldots N$; $\bigcup_{j=1}^{N}\Omega_j = \Omega_f$; and r_{sp_j} is the distance from the point s to the point $p_j \in \Omega_j$. We consider the difference

$\vec{V}(s) - \vec{H}(s) = -\frac{1}{2\pi}\nabla_s \sum_{j=1}^{N}\int_{\Omega_j}\left(\vec{M}\left(\vec{H}_j\right) - \vec{M}\left(\vec{H}\left(p_j\right)\right), \frac{\vec{r}_{sp_j}}{r_{sp_j}^2}\right)dv.$ Since the quantity $\left|\vec{M}\right| < M_0$ is limited, it follows that $\left|\vec{M}\left(\vec{H}_j\right) - \vec{M}\left(\vec{H}\left(p_j\right)\right)\right| < 2M_0$ for $j=1\ldots N$. Thus, we obtain

$$\left|\vec{V}(s) - \vec{H}(s)\right| < \frac{8M_0}{\pi}\sum_{j=1}^{N}\int_{\Omega_j}\frac{dv}{r_{sp_j}^2} = \frac{8M_0}{\pi}\sum_{j=1}^{N}\int_{\Omega_j\cap S_\delta(Q)}\frac{dv}{r_{sp_j}^2} + \frac{8M_0}{\pi}\sum_{j=1}^{N}\int_{\Omega_j\setminus S_\delta(Q)}\frac{dv}{r_{sp_j}^2}.$$

As a result, using the estimate obtained above, we arrive at the expression

$$\left|\vec{V}(s) - \vec{H}(s)\right| < C_2\ln\frac{1}{r_s} + w_2(s). \tag{12}$$

It remains to estimate $\left\|\vec{V}-\vec{H}\right\|_{L_2(D)}^2$, where the domain D is the $S_\delta(Q)$ – δ-domain of the corner point Q. Using (12), we obtain $\left\|\vec{V}-\vec{H}\right\|_{L_2(D)}^2 = \int_D\left|\vec{V}(s) - \vec{H}(s)\right|^2 dv < h^2\left(c_1\ln^2 h + c_2\ln h + c_3\right)$,

where $h = 2\delta$, and c_1, c_2, and c_3 are constants. The result corresponds to (10). Based on the aforesaid and inequality (10), we propose a differential mesh condensing method $\int_0^{h_1}\left|\ln\frac{1}{x}\right|dx = d_0$, $\int_{x_{m-1}}^{x_m}\left|\ln\frac{1}{x}\right|^2 dx = d_0$, $x_m - x_{m-1} = h_m$, $m = 1,2\ldots M$. Here d_0 is a constant, M is the number of partitions along the coordinate axis (OX or OY) in the corner domain, h_m is the grid spacing, and x_m is the coordinate of the grid node along the OX or OY axis (the origin of the coordinates is at the corner point), $|x| < 1$.

7. Calculation of the magnetic field in the corner domain

In Section 5 we gave the upper estimate of the admissible magnetic field growth in the corner domain of a ferromagnetic. In Section 6, based on this estimate, we proposed a method

of condensing the differential mesh in the corner domain. In this section we present numerical calculations of a magnet system using this method. It is evident from the calculations that the above mesh condensing method substantially improves the accuracy of the calculated magnetic field distribution. We considered a magnet system depicted in Fig. 4. The domain Ω_v corresponds to the vacuum, and the domain Ω_f is filled with a ferromagnetic. The linear dimensions of the system are presented in Table 1. A boundary-value problem

$$\begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial x}\upsilon\dfrac{\partial A_z}{\partial x}+\dfrac{\partial}{\partial y}\upsilon\dfrac{\partial A_z}{\partial y}=0, \;\; p\in\Omega_f\cup\Omega_v=\Omega, \\ A_z\big|_{\Gamma_-}=A_z\big|_{\Gamma+}, \;\; \upsilon\dfrac{\partial A_z}{\partial n}\bigg|_{\Gamma_+}=\dfrac{\partial A_z}{\partial n}\bigg|_{\Gamma_-}, \;\; A_z\big|_{x=0}=C, \;\; A_z\big|_{x=x_2}=-C, \;\; \dfrac{\partial A_z}{\partial n}\bigg|_{y=0,y_1}=0 \end{cases}$$

corresponding to the formulation of the magnetostatic problem with respect to the vector potential A_z [10] was solved in the domain under consideration. The function ϑ is defined as $\vartheta=1/\mu(B)$, where $\mu(B)$ is the permeability of the ferromagnetic, B is the modulus of the magnetic induction vector $\vec{B}=rot\vec{A}$, $\Gamma_\pm$ is the interface, and C is a constant. The point Q in Fig. 4 is the corner point with the coordinates (x_1,y_1). In Fig. 5, the dashed line shows the domain Π_Q of the corner $Q(x_1,y_1)$ and $\Delta x=\Delta x=0.2$ m. The efficiency of the differential grid condensing method described in Section 6 was estimated by the following calculations:

Variant 1. The solution to problem (8) was found on a sequence of $(10k)\cdot(10k)$ grids, where $k=1,2,4,8,10,20,40$; that is, $10\cdot10$, $20\cdot20$, …, $400\cdot400$ grids were obtained. The grid spacing in the corner domain Π_Q was uniform.

Variant 2. Problem (1) was calculated on the same sequence of grids at $k=1,2,4,8$, but the grid spacing in the domain Π_Q was chosen using the differential grid condensing method described in Section 6. In the domain $\Omega\backslash\Pi_Q$ the grid spacing was not changed as compared with the previous variant. The number of node points in the domain Π_Q was the same, and only their distribution was changed. Figure 6 shows the approximate view of the mesh in the domain of the corner Q.

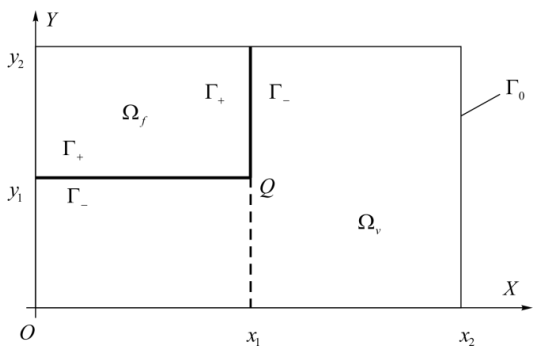


Fig. 4 The magnet system Π_Q

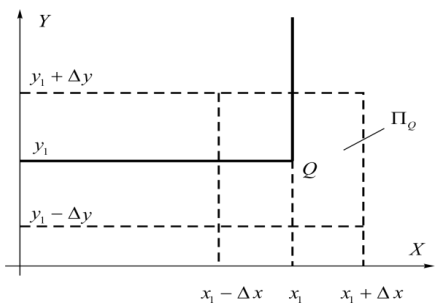


Fig. 5 The domain

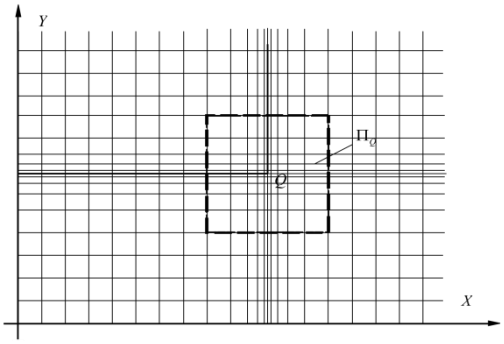


Fig. 6 The approximate view of the mesh

Table 1

x_1, m	x_2, m	y_1, m	y_2, m
0.5	1.0	0.5	1.0

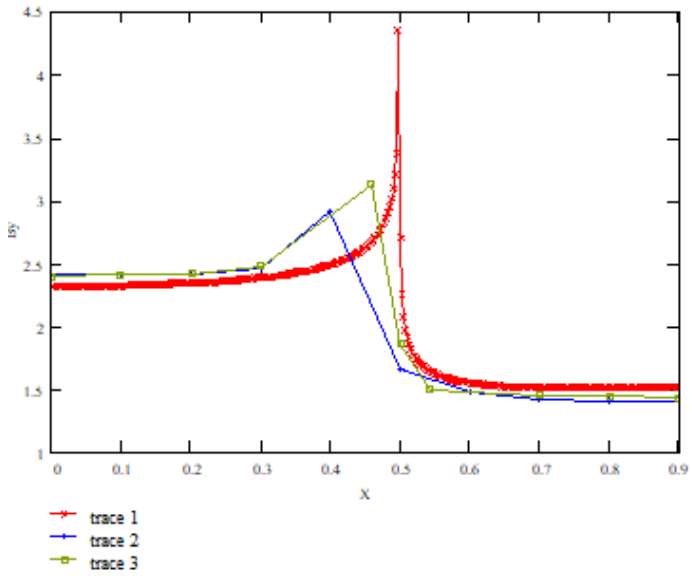


Fig. 7

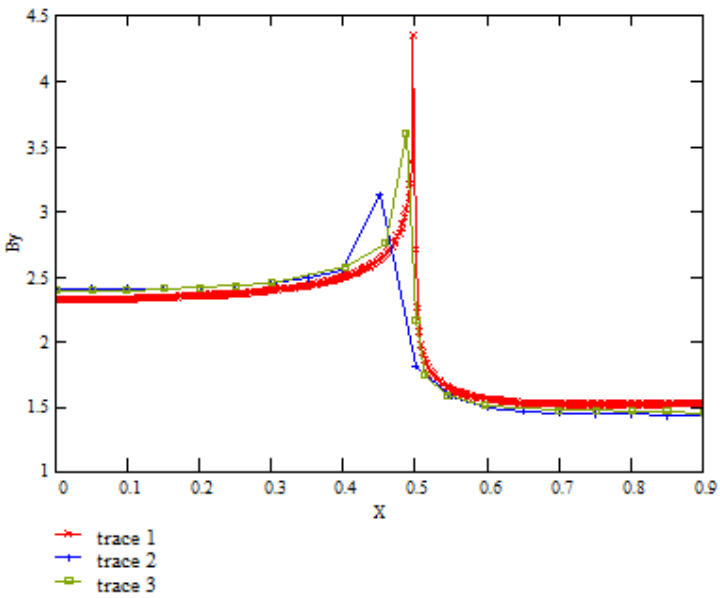


Fig. 8

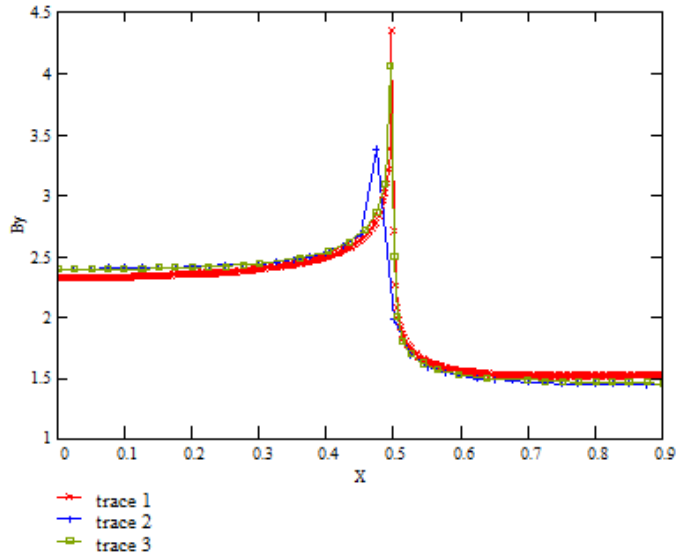


Fig. 9

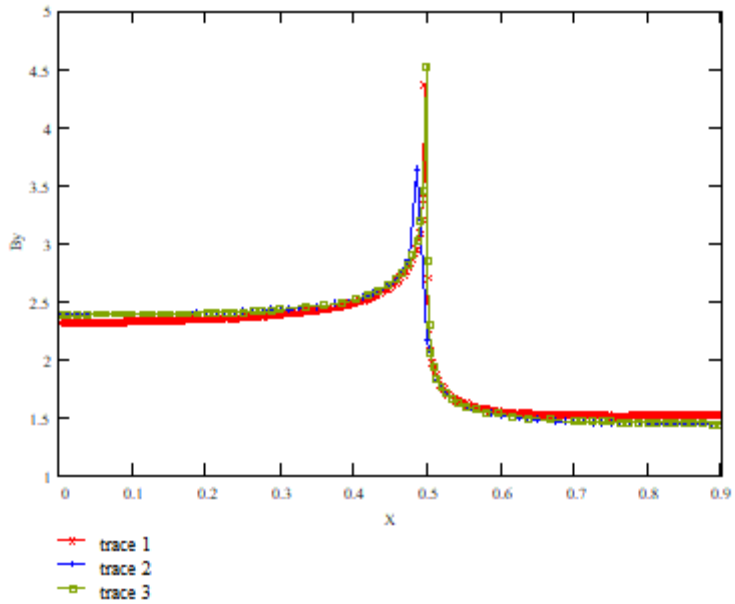


Fig. 10

Fig.7–10 Distributions $B_y(x)$ *at* $y = y_1$ *for different meshs.*

Table 2

Uniform grid in domain Π_Q			
Grid	$B_y(P_1)$, T	$B_y(P_2)$, T	$B_y(Q)$, T
10*10	2.274	2.074	2.902
20*20	2.248	2.038	3.126
40*40	2.237	2.024	3.374
80*80	2.231	2.018	3.645
100*100	2.23	2.017	3.738
200*200	2.206	2.014	4.045
400*400	2.158	2.012	4.358
Nonuniform grid in domain Π_Q			

Grid	$B_y(P_1)$, T	$B_y(P_2)$, T	$B_y(Q)$, T
10*10	2.266	2.038	3.133
20*20	2.241	2.02	3.604
40*40	2.233	2.015	4.061
80*80	2.229	2.013	4.527

The results of the variant 1 calculations were taken to be a sort of reference because the accuracy of the calculated solution was assumed to increase with increasing number of partitions, except probably for a particular corner domain. Then the results of the variant 2 calculations were compared with the results of the variant 1 calculations. Figures 7–10 show distributions $B_y(x)$ at $y = y_1$ for different meshs. In all figures the reference distribution $B_y(x)$ calculated on the $400 \cdot 400$ grid is designated as trace1. The plots trace2 and trace3 are the distributions $B_y(x)$ calculated by variants 1 and 2 respectively. The distributions in Figs. 5, 6, 7, and 8 are calculated on the $10 \cdot 10$, $20 \cdot 20$, $400 \cdot 400$, and $80 \cdot 80$ meshs respectively. In Table 2 the field values at three points $P_1(0,0)$, $P_2(x_1,0)$ and $Q(x_1,y_1)$ are compared. It is evident from Table 2 and Figs. 7–10 that the accuracy of the variant 2 calculations (nonuniform grid) is substantially higher than that of the variant 1 calculations (uniform grid). Thus, it follows that the proposed method of constructing a differential mesh in the corner domain is worth using and yields results comparable in accuracy with the results obtained only on grids with the number of nodes in each axis four to five times greater than in the initial mesh.

As shown in Fig. 11 the offered method creation of a differential grid near the corner domain have allowed to reduce a relative error of calculations of a magnetic field much.

Variant I –maximum of relative error 11.085% ; variant II – maximum of relative error 1.091%

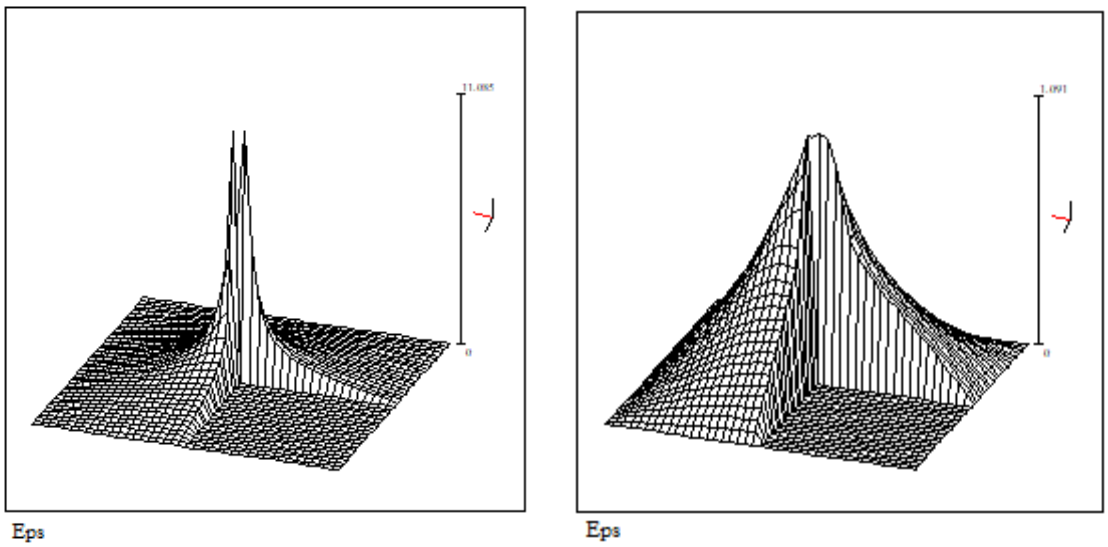
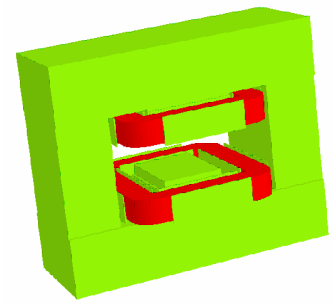


Fig. 11 (a, b) Distribution of a relative calculations error of angular point domain

8. Results of modeling of the some magnetic systems

The significance of numerical modeling at the investigating of magnetic systems is defined not the only known dignities of computational experiment, but also that, what measurement of magnetic field is labor-intensive and by expensive problem. The self process of the mathematical modeling of magnetic systems (see Fig.12 and Fig. 13), as the authors of this work have presented, need to divide on two large stages.



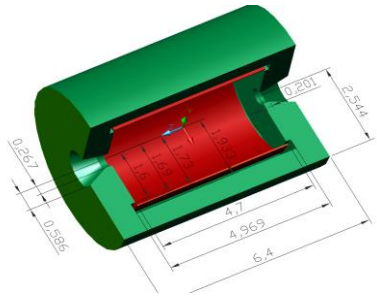
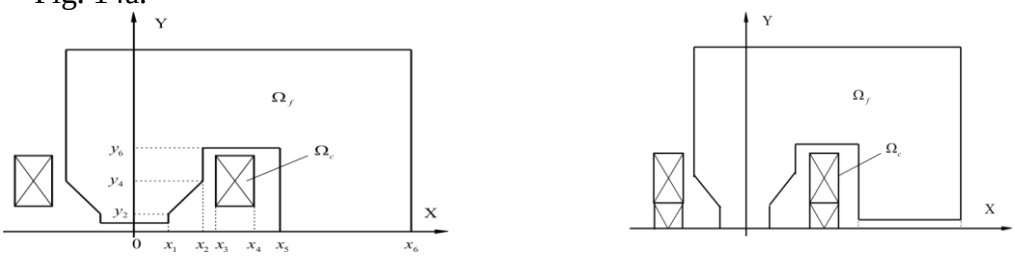


Fig. 12 General view of spectrometric magnet 1SP-40-4B. *Fig. 13 Type of solenoidal magnet.*

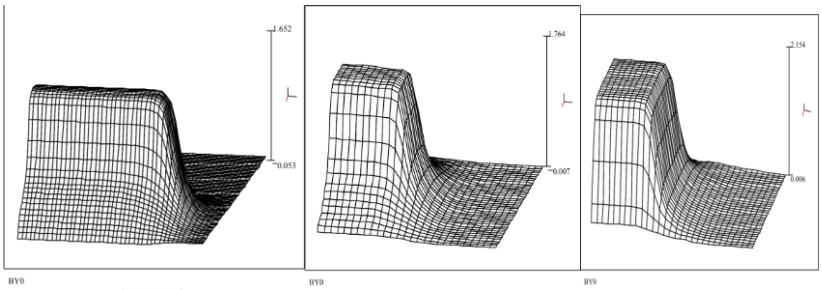
8.1 Results of modeling magnetic systems СП-94 and 1СП-40-4В.

In the experiment performed at the Laboratory of High-Energy Physics, JINR, the SP-94 [11] magnet is used. Figure 14a shows the cross section of its core in the XOY plane. It was necessary to select the configuration of the core and the current coils such that the quantity $\int_{-\infty}^{+\infty} B_y(0,0,z)dz$ had the maximum value. First, the initial configuration was calculated. Fig.15a presents the distribution of B_y in the XOZ plane for this configuration. Here $\int_{-L}^{L} B_y(0,0,z)dz = 2.314$, where $L = 1.5$ m is the dimension along the OZ axis of the region where the magnetic field was calculated. The ultimately proposed magnet configuration is shown in Fig. 14`b. Fig.15b shows the XOZ plane distribution of B_y. Here $\int_{-L}^{L} B_y(0,0,z)dz = 2.987$, which is 1.291 times greater than for the initial configuration in Fig. 14a.



a *b*

Fig.14(a,b). Cross section of the SP-94 magnet in the XOY plane.



a b c

Fig. 15 (a,b,c). Distribution of B_y for three configurations of the magnet SP-94.

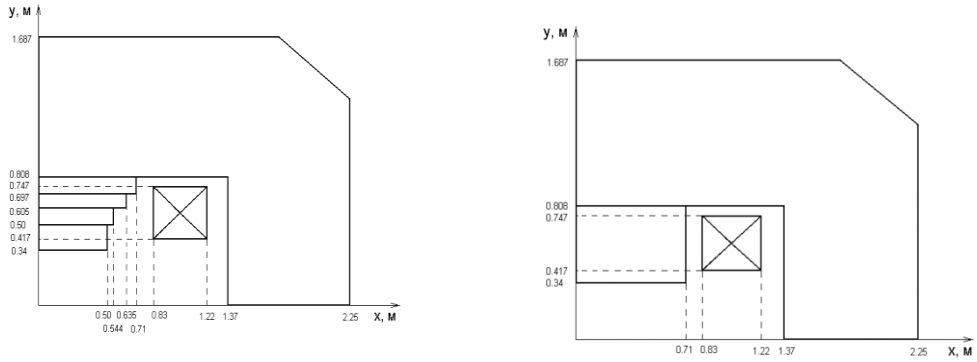


Fig. 16(a, b) Configuration of the existing and modified magnet 1СП-40

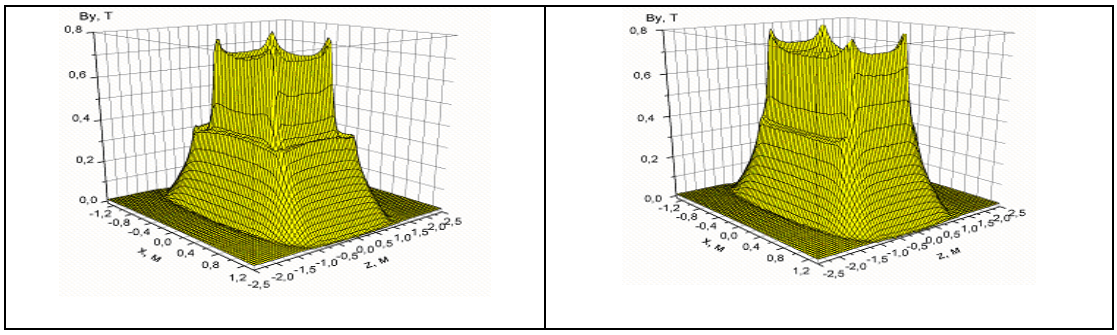


Fig. 17. Dependencies $B_y(x, 0.3, z)$ *for two configurations of the magnet, current 1100 A.*

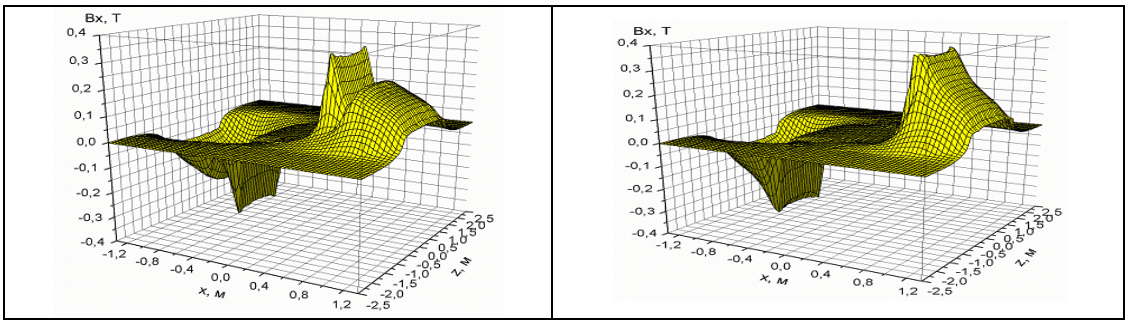


Fig. 18. Dependencies $B_x(x, 0.3, z)$ *for two configurations of the magnet, current 1100 A.*

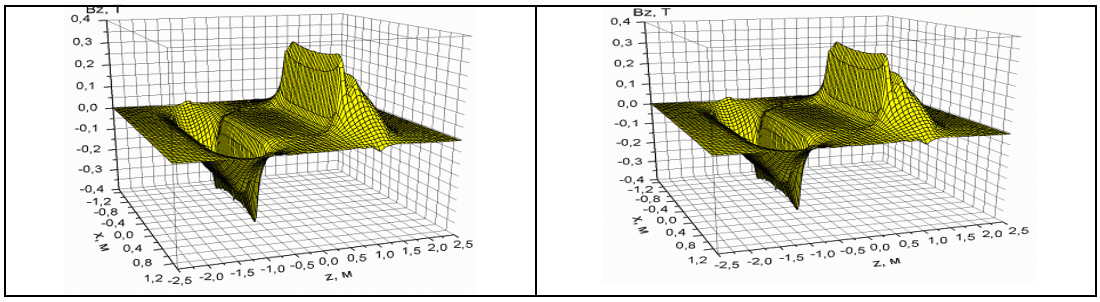


Fig 19. Dependencies $B_z(x, 0.3, z)$ *for two configurations of the magnet, current 1100 A.*

Fig.12, 16 (a, б) shows configurations of the magnet 1СП-40-4В НИС (variant I, II, correspondingly) for which the numerical computations of the magnetic fields were performed, i.e. in fact, solved was a nonlinear inverse problem of magnetostatics. The purpose of the simulation is to find by a calculation method such a magnet geometry that the region of the homogeneity of the magnetic field would be essentially larger as compared to the existing magnet configuration.

Figs..17-19 present distributions of the components of the magnetic field for our two variants of configurations of the magnet 1СП-40-4В in a 3D case. Clearly, for variant II the distributions of the components got more smooth.

8.2 The Solenoid Type Magnetic Field Detector Modeling

Magnetic systems are very important parts [12-13]. To create the necessary configuration of magnetic field, the repeated solution of nonlinear boundary value problem of magnetostatics is needed. In the present work, we consider the problem of creation of homogeneous map of magnetic system of solenoidal type (see Fig.13). As a result of optimization, the geometric parameters of magnetic system were chosen in such a way so as to get maximal size of the domain of homogeneity of the magnetic field.

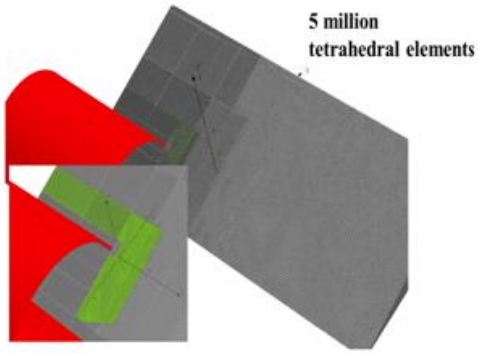


Fig. 20 Mesh

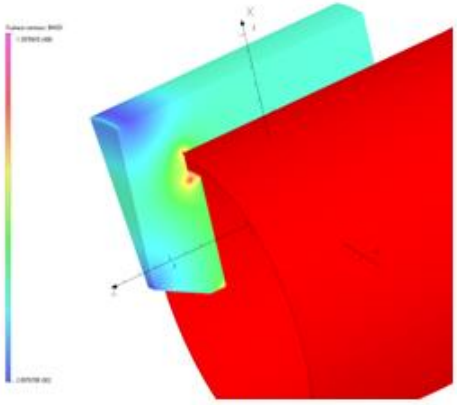


Fig. 21 Field distribution

Due to symmetry, in the modeling only 1/24 part of the geometry with corresponding boundary conditions. The calculations were performed (using two software products: TOSCA and native MFC) by the method of finite elements on tetrahedral mesh with 5 000 000 elements (see Fig.20).

The distribution of the module of magnetic field on the surface of ferromagnetic is shown in Fig. 21. It is seen that maximal value of magnetic field is reached in the corner points (1.3 T).

The density of the current in winding $J = 9.956410099 \cdot 10^6\ A/m^2$. The cross-section of coil $S = 0.04\ x\ 4.7\ m^2$. The total current $I = 1.871805098 \cdot 10^6 A$. The field in the center of magnetic system $B_{center} = 0.5\ T$. On Fig. 22 and 23 the domains with the degrees of homogeneity of magnetic field of 0.1 % and 0.5% correspondingly. The black continuous line shows the homogeneity 0.1 % is needed. On Fig.22, the scale of magnetic field has site from 0.99 – 1.001 T, on Fig.23 from 0.998 – 1.002 T.

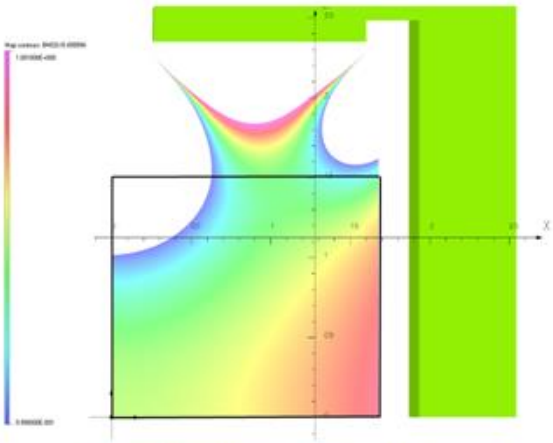


Fig.22 Field homogeneity is ± 0.1 %

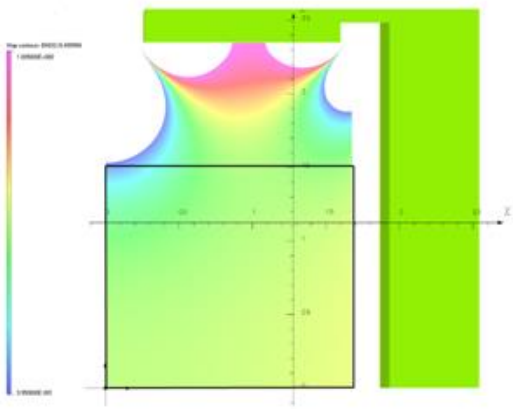


Fig23Field homogeneity is ± 0.5 %

8.3 Modeling of the SPD Detector Magnetic System for the NICA Project

Researchers of JINR (DUBNA) and Moscow state University are working on solution behavior investigation of the magnetostatic boundary value problem in the vicinity of the "corner point" (at the intersection of two regions - vacuum/iron) of a ferromagnetic. The problem of magnetic system simulation in the corner domain and calculation results review of modern magnetic systems is considered in [14]. The fact is that modern accelerator systems and detectors contain magnetic of complex geometrical configuration. Often the ferromagnetic/vacuum boundary has nonsmooth elements, i.e. it contains a corner point near of which the boundary is formed by two smooth curves crossed in corner point at some angle.

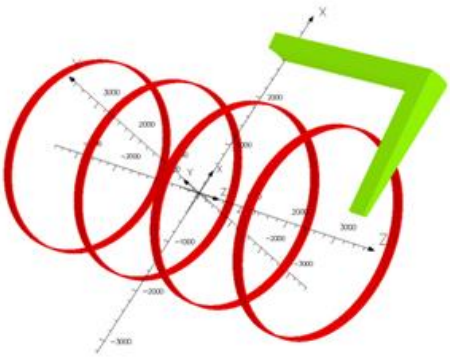


Fig. 24. Set of coils

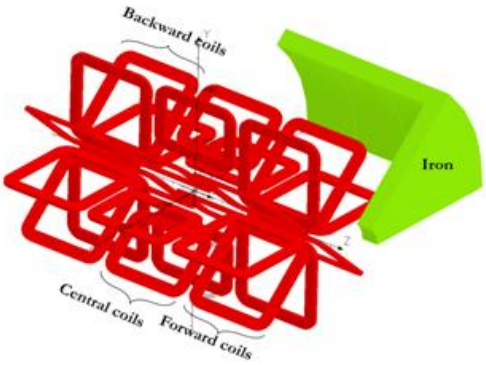


Fig.25. «Toroidal» configuration

Thereby, a question arises about the accuracy of the boundary value problem numerical solution in this region, where significant growth of magnetic field may be possible. Recently, the problem of design magnetic detectors providing high field (over 1 T) is relevant then it is particularly important to know the field distribution everywhere inside the detector with enough accuracy because of need to consider side effects. Thus, theoretical research with implementation in practical way provided by authors is indeed actual today.

The 3D calculations for the SPD detector magnetic system for the NICA project is discussed in [15]. The purpose of this paper is to review the numerical simulation of the magnetic fields 3D distributions for SPD detector. Three basic configurations of the SPD NICA magnetic systems are considered (Fig. 24 - 26): «toroidal», «set of coils», «hybrid». Models parameters are presented, maps of magnetic fields are obtained, maps of integrals by trajectories is constructed. The «hybrid» configuration is chosen as basic in further work.

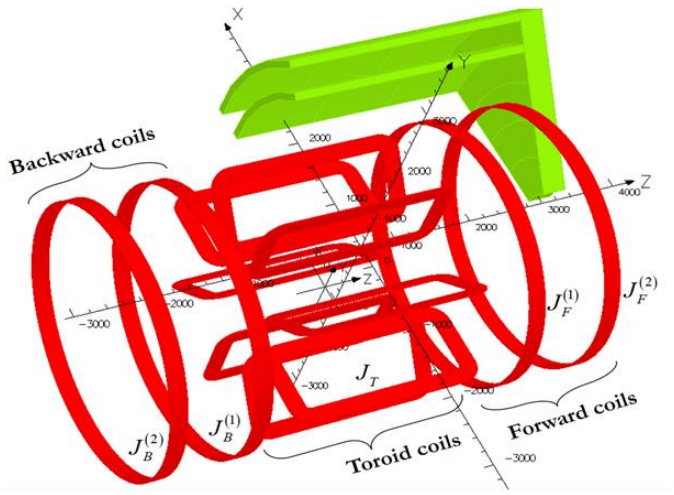


Fig. 26. «Hybrid» configuration

Conclusions

1. The upper estimate for the admissible growth of the magnetic field $\vec{H}(p)$ in the corner domain $H(p) \le C_0 \ln \frac{1}{r_p} + w(p)$, where C_0 is a constant, $w(p)$ is a bounded function, and r_p is the distance to the corner, is asymptotically obtained for the case of $\mu(H) \to 1$ when $H \to \infty$.

2. A method of condensing the differential mesh in the corner domain is proposed, which appreciably improves the accuracy of the calculated solution.

3. The numerical modeling results are presented for the SP-94 magnet system in the Delta–Sigma experiment performed within the Topical Plan of JINR on international collaboration. Two-dimensional and three-dimensional modeling of the configuration of the magnet core and current coils was performed to obtain the maximum value of the integral $\int_{-L}^{L} B_y(0,0,z)\,dz$.

4. By a numerical method a configuration of the magnet 1СП-40-4В LHE has been selected for which the width of the domain of the homogeneity of the magnetic field has grown up from 0.5 m to 1,0 m, i.e. twice. This growth considerably increases the accuracy of regenerating the pulses of decay particles in the physical reaction under study (search for pentaquarks).

5. **5.** As a result of optimization, the geometric parameters of the solenoid type magnetic field detector were chosen in such a way so as to get maximal size of the domain of homogeneity of the magnetic field.

***

1. G. Strang and G. Fix. An Analysis of the Finite Element Method. Moscow, Mir, 1977 [Russian translation]
2. E. P. Zhidkov, E. E. Perepelkin An analytical approach for quasi-linear equation in secondary order. CMAM vol. 1(2001), No. 3 pp. 285-297.
3. E.E. Perepelkin,R.V. Polyakova, I.P. Yudin , The Boundary Value Problem for Elliptic Equation in the Corner Domain, RUPF No.2, 2014.
4. Martin N. Wilson. Superconducting Magnets. Oxford University Press, New York, 1983
5. Akulov N. Theorie der Feinstruktur der Magnetisie rungskurven der Einkristalle. – Zeitschr. Phys., 1931, Bd 69.
6. V. V. Parfenov, “Investigation of magnetic susceptibility of ferromagnetic in the region of high fields,” Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. Fiz. 16 (5), (1952).
7. E. A. Volkov, “Method of meshes and infinite domains with a piecewise smooth boundary,” Dokl. Akad. Nauk SSSR 168 (3), (1966).
8. V. V. Shaidurov, “Numerical solution of the Dirichlet problem in a domain with angles,” in Computational Methods in Applied Mathematics (Nauka, Novosobirsk, 1982) [in Russian].
9. G. Strang and G. Fix, An Analysis of the Finite Element Method (Wellesley Cambridge, 1973).
10. E. A. Airyan et al., “Numerical algorithms for calculating accelerator magneti systems,” Fiz. Elem. Chastits At. Yadra 21(1), 251–307 (1990).
11. I.P.Yudin, V.A. Panacik, E.E.Perepelkin, R.V.Polyakova, A.N. Petersky, Peculiar features of numerical modeling of the modified spectrometer magnet field. Computer research and modeling, 2015 Y. V. 7 №1` pp. 93-105
12. Perepelkin E. and ATLAS collaboration, The ATLAS Experiment at the CERN Large Hadron Collider, Aad, JINST 2008, S08003, vol.3, p.437
13. Perepelkin E. and ATLAS collaboration, Commissioning of the magnetic field in the ATLAS muon spectrometer, Nucl.Phys.Proc.Suppl., ISSN:0920-5632, vol. 177-178, pp. 265-266, 2008.
14. Perepelkin Eugene, Tarelkin Aleksandr, Polyakova Rima, Kovalenko Alexander, Sysoev Pavel, Sadovnikova Marianna, Sadovnikov Boris, Inozemtseva Natalia. Magnetic systems simulation in the corner domain, PPNL, Vol. 16, № 2, pp. 140-152, 2019
15. Perepelkin Eugene, Tarelkin Aleksandr, Polyakova Rima, Kovalenko Alexander, Sysoev Pavel, Sadovnikova Marianna, Inozemtseva Natalia. 3D calculations of the SPD detector magnetic system for the NICA project, PPN, Vol. 3, № 50, 2019

Yurov V.M., Guchenko S.A., Salkeeva A.K., Kusenova A.S.

High entropy coating on beals coal grinding mills

Karaganda University named after E.A. Buketova
(Karaganda, Kazakhstan)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-04
idsp: scienceconf-03-2021-04

Introduction

Currently, in conditions of limited material resources in the industrial complex, technologies that increase the durability (resource) of machine parts and assemblies are of particular importance. 90% of parts and machines fail due to surface wear. This is especially true for the energy complex, where most mechanisms work in extreme conditions and, in particular, in conditions of high abrasive wear. This is the case with the beats of coal-grinding mills.

The choice of the type of coal-grinding mills is determined by the grindability of the fuel, the release of volatile substances, the required fineness of dust. At the Karaganda TPP-3, a hammer mill is used, which has high economic indicators, used in systems with direct injection of fuel and can operate under pressure.

The main problem in the operation of coal-grinding mills is the high abrasive wear and tear, the average continuous service life of which is 500 hours. In the present work, an attempt was made to increase the service life of beater of coal-grinding mills by mechanically activating them in a tumbling drum with the subsequent application of reinforcing highly entropic coatings. Comparison of the properties of beat without coating and with coating showed that with coating: microhardness increases about 1.6 times; wear resistance increases by 7.5 times; the friction coefficient decreases by almost 20 times!

Without pretending to be complete, we give very briefly the results of studies of Hadfield steel, described in [1-12]. These works present the results of work to improve the process of smelting and after-furnace treatment of Hadfield steel at various plants. The results of the complex alloying of this steel with various chemical elements are considered: chromium, molybdenum, nitrogen, titanium, etc. The results of the work of foreign researchers are presented, which are aimed at studying the influence of the chemical composition on the strength properties of high-manganese steel, studying the structure formation after external physical action, as well as a description steel hardening mechanisms under the influence of external factors. The results of numerous works to determine the effect of the cooling rate of castings in the mold on the wear resistance are considered. In addition, the results of work aimed at improving the foundry technology for the production of castings from Hadfield steel, as well as the results of other, no less important, studies on high manganese steel are considered.

In this paper, we review our papers [13–15]. High entropy coatings were not applied to Hadfield steel. The present work is dedicated to this. It investigated coatings obtained by us on samples of unalloyed steel.

Casting, elemental composition, properties of Hadfield steel used at TPP-3

Hadfield steel was manufactured at Power Beton LLP in Karaganda by casting steel melted in an electric furnace. The type of finished castings is shown in Fig. 1. Observations show that the finer the grain of the metal beat the coal mill, the faster the hardening of their working surfaces. In this case, the initial hardness of the steel is not determined by the size of the austenite grain. The control of steel 110G13L for hardness is carried out in the conditions of production due to the assessment of the thermal regime of casting of billets. Mostly castings with a high manganese content occur due to hot and cold cracks and usually they occupy more than 77% of the total number of scraps. Cracks in steel castings 110G13L can have a very different shape. Hardness testing of steel was carried out on an HVC-1000A electronic microhardness tester. The results are shown in fig. 2.

Figure 1 - Beater of a coal mill of Power Beton LLP

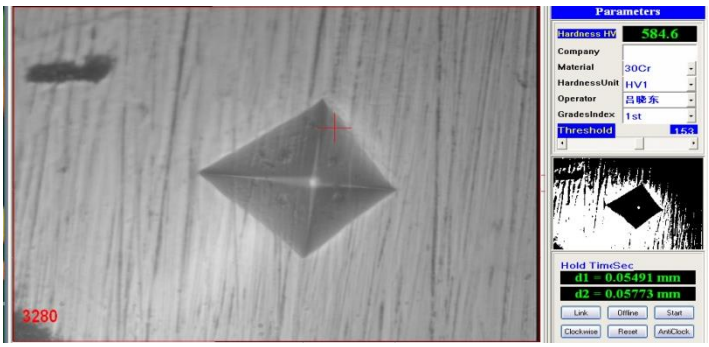


Figure 2 - Microhardness of a beat coal mill of Power Beton LLP»

In a number of works, it is believed that the occurrence of cracks on castings occurs when they are knocked out of shape at a temperature difference of more than 400 °C than the ambient temperature. We suggest knocking out finished castings only after the temperature of the most heated sections drops to 400 ° C. After this procedure, castings marriage was reduced three times. Pictures of defective beaters are shown in Fig. .3. Pictures taken with a MIRA 3 electron microscope.

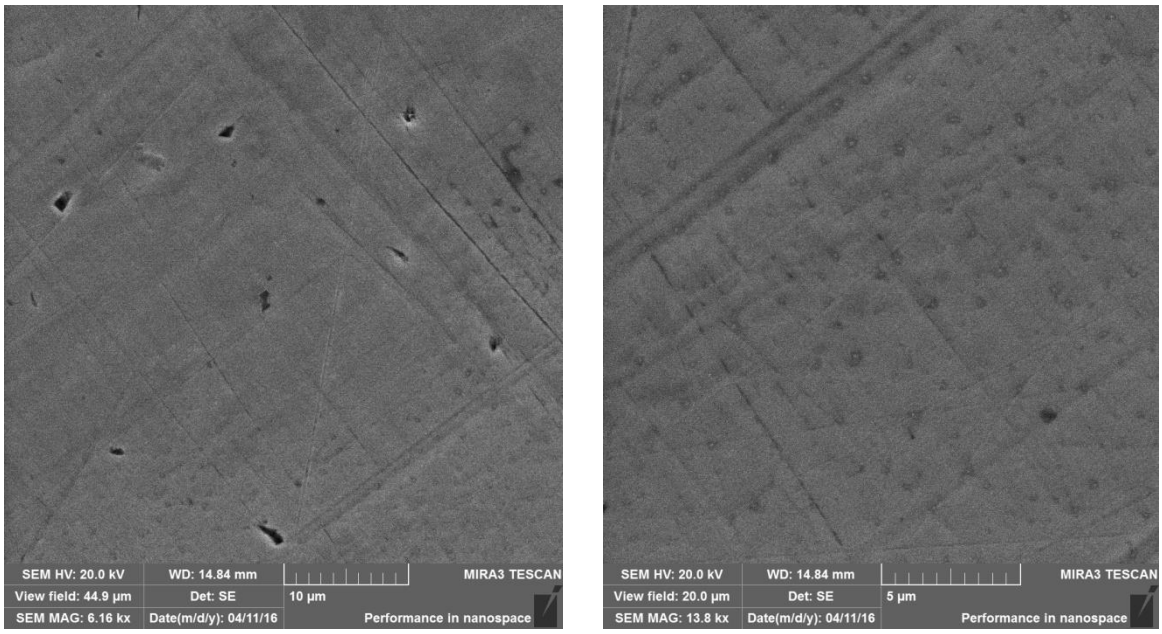


Figure 3 - SEM - image beat at a resolution of 10 and 5 nm

The elemental composition of steel 110G13L is presented in table. 1.

Despite the large number of works devoted to steel 110G13L, there is still no single theory of its self-hardening under impact loading.

Table 1

The elemental composition of steel 110G13L LLP "Power Beton"

Element	The percentage in steel	Element	The percentage in steel
C	0,9-1,4	P	before 0,12
Si	0,8-1	Cr	before 1
Mn	11,5-15	Cu	before 0,3
Ni	before 1	Fe	~ 83
S	before 0,05		

According to some authors, the grinding of blocks and microstresses plays a large role in the hardening of 110G13L steel. The high viscosity of austenite, along with sufficient strength and wear resistance, makes 110G13L steel an indispensable material for parts

working for wear and shock at the same time. With abrasive wear, when pressure and, therefore, hardening are absent, 110G13L steel does not have significant advantages in terms of wear resistance over other steels of the same hardness.

Wear of Hadfield steel used at TPP-3

The wear of the Hadfield steel used at TPP-3 occurs in 500-550 hours of continuous operation. The degree of wear is shown in fig. 4. The choice of the type of coal-grinding mills is determined by the grindability of the fuel, the release of volatile substances, the required fineness of dust. Mills are classified in several directions:

— impact of grinding organs on particles;
— abrasion of particles between grinding organs;
— combined (shock + abrasion).

At the Karaganda TPP-3, a hammer mill is used, which has high economic indicators, used in systems with direct injection of fuel and can operate under pressure. In these mills, the fuel is crushed mainly by the impact of hammers (beaters), and partially it is also rubbed between the bills and the mill body. The main problem in the operation of coal-grinding mills is the high abrasive wear and tear, the average continuous service life of which is 500 hours.

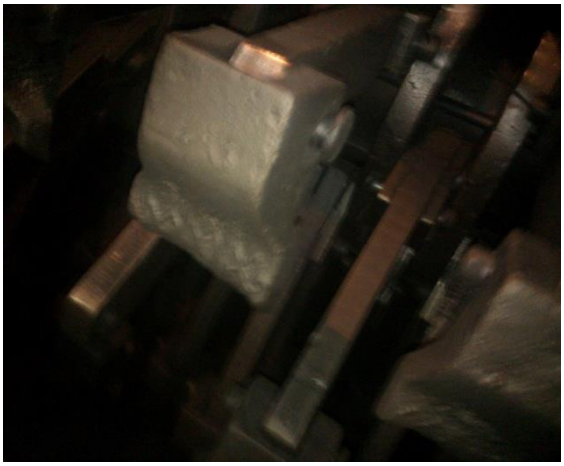


Figure 4 - The degree of wear of the coal mill grinding at TPP-3

In the present work, an attempt is made to increase the service life of beater of coal-grinding mills by mechanically activating them in a tumbling drum followed by coating of highly entropic alloys.

Preparation of a CrNiTiZrCu Coating Target

To prepare the CrNiTiZrCu target, micropowders of metals were taken and mixed in equiatomic proportions. Then, the prepared powder mixture was placed in a grinding bowl of a planetary ball mill made of tungsten carbide and grinding bodies (balls with a diameter of 5-10 mm) also made of tungsten carbide, the mass of which was equal to 10 masses of the powder mixture, were added (Fig. 5 a). After the glass was filled with galosha gasoline, the lid was tightly closed and the planetary ball mill was turned on (rotation speed 500 rpm, operating time 5 hours). The resulting homogenized composition was then dried in vacuum and pressed with a mold into a flat disk with a diameter of 100 mm and a thickness in 5 mm. Next, the disk was placed in a vacuum thermo oven and sintered in it for 3 hours. Thus, the fabricated CrNiTiZrCu target (Fig. 5b) was used for further magnetron coating deposition at the NVN 6 facility. The metal micropowders were mixed and placed in a grinding cup of a planetary ball mill (a), the composition was then dried in a vacuum and pressed using a mold into a flat disk with a diameter of 100 mm and a thickness of 5 mm (b).

Coating was carried out on prepared beats of a coal-grinding mill. The vacuum chamber was pumped out to a pressure of 0.003 Pa, then the PINK was turned on, and Ar was puffed up to a pressure of 1 Pa; a negative bias potential of 1000 V was applied to the substrate for 10 min. The surface of the substrate was cleaned and heated.

a) b)

Figure 5 - Micropowders of metals

After that, the argon pressure was lowered to 0.1 Pa and the magnetron was switched on. The bias on the substrate decreased to 150 V, the magnetron current was kept constant at 3 A. The substrate was located in the chamber at a distance of 15 cm, the spraying time was 1 hour. The beats of a CrNiTiZrCu coated coal mill are shown in Fig. 6

Figure 6 - Beater of a coal-grinding mill coated with CrNiTiZrCu

Properties of CrNiTiZrCu Coatings

Figures 7 and 8 show the chemical composition of the coatings CrNiTiZrCu, at. % in equiatomic proportions per beat of a coal-grinding mill (table. 2).

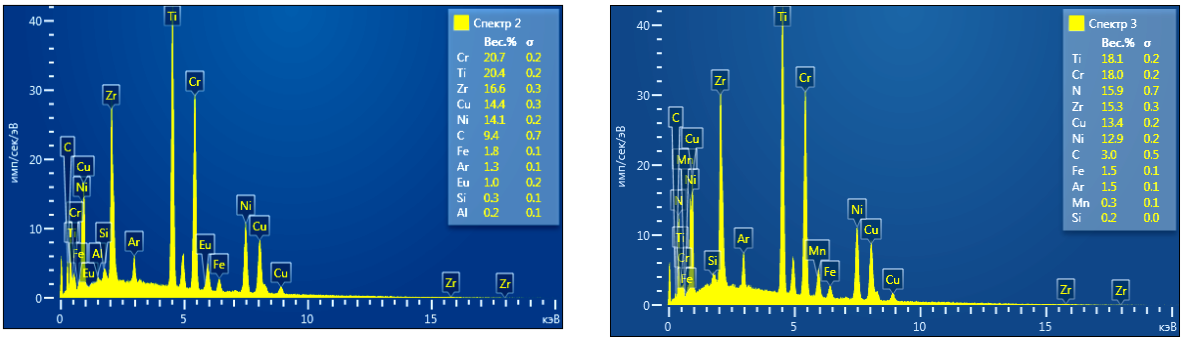


Figure 7 - XPS CrNiTiZrCu in argon at 2 points

Table 2

Quantitative chemical composition of the coating CrNiTiZrCu, at.%

Element	Cr	Ni	Ti	Zr	Cu
Nominal	20	20	20	20	20
in argon	23,2	21,2	19,9	17,1	6,8

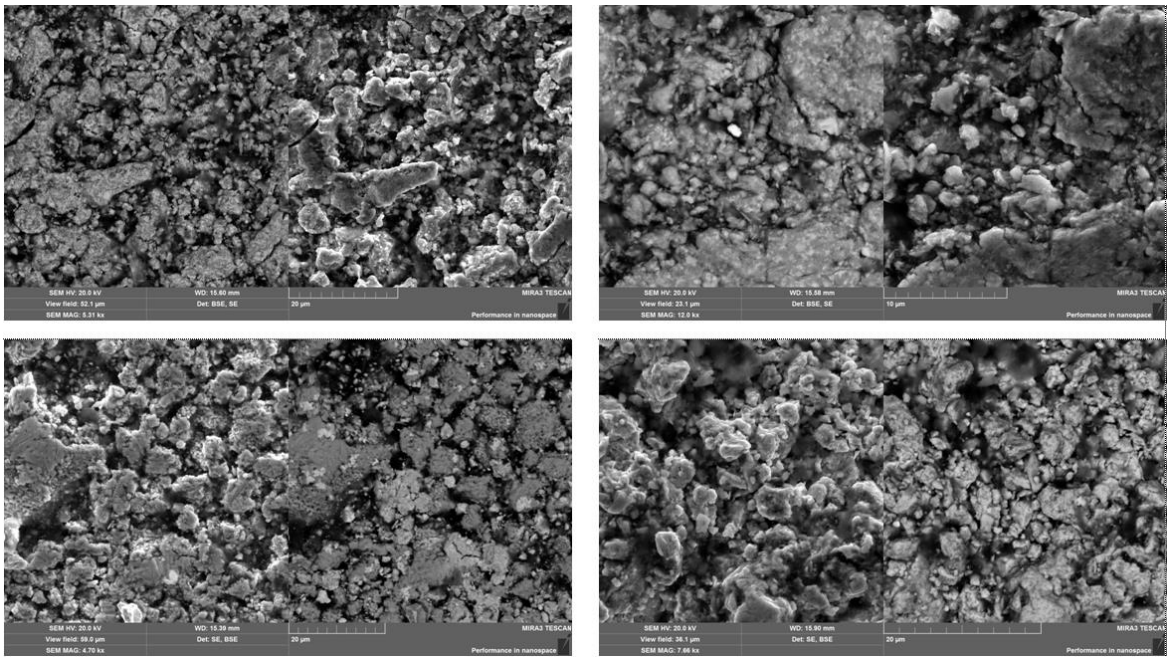


Figure 8 - The microstructure of the CrNiTiZrCu coating on the beater of a coal-grinding mill with a resolution of 20 μm

The microhardness measurements of the coatings are given in table. 3.

Table 3

Microhardness of CrNiTiZrCu Coating on Beater of a Coal Mill

Microhardness	1	2	3	4	5	6	7	8	The average
HV	839	909	964	842	967	853	921	902	906

The friction coefficients were measured on the setup we developed (Table 4). The basic principle of the setup for determining the static and sliding friction coefficients is to measure the static and sliding friction forces of a small test material sample when moving it over the surface of a substrate from another material with a known coefficient of friction. The obtained instantaneous values of the friction force are transmitted to the software of the upper information level for their processing.

Table 4

Coefficients of friction of CrNiTiZrCu coatings for copper and aluminum

Coating	on copper		on aluminum	
	coefficient of friction	error	coefficient of friction	error
CrNiTiZrCu	0,041	0,006	0,066	0,002

Comparison of work beat coal mill before and after high entropy coating CrNiTiZrCu

For one mill, 120 beats are given. Coated beads are shown in Fig. 9. Taking in the response function Φ in our work [16] the coefficient of dry friction and linearizing it, we obtain the following formula:

$$k_t = \tilde{N} \cdot \grave{O} \cdot \frac{A}{\Delta G^0} \cdot \overline{N}, \qquad (*)$$

where A is the work (energy) of destruction, T is temperature, ΔG^0 is Gibbs energy, N is the average number of elementary carriers of destruction, C is a constant.

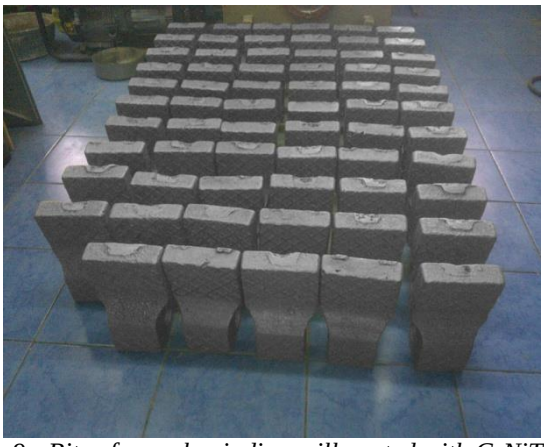


Figure 9 - Bits of a coal-grinding mill coated with CrNiTiZrCu

Thus, we have obtained an equation that shows the nonlinear dependence of the friction coefficient on the Gibbs energy G^0, on temperature T, on the concentration of the number of electrons and which allows us to predict the formation of highly entropic alloys. A comparison of the properties of beat without coating and coated is given in table. 5 and in fig. ten.

Table 5

Comparison of the work of a coal mill mill before and after the high-entropy coating of CrNiTiZrCu

Parameter	Beater without coating Power Beton LLP	Coated Beater CrNiTiZrCu
Microhardness, HV	580	906
Wear resistance, g/min	$0{,}4 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$
Coefficient of friction	0,76	0,04

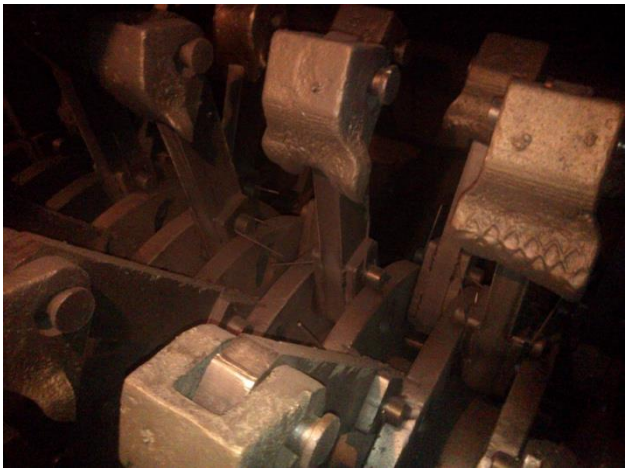


Figure 10 - Coated grinding mill bits (after 1600 hours)

Conclusion

From table 5 it is seen that with the coating:

- microhardness increases about 1.6 times;
- wear resistance increases by 7.5 times;
- the coefficient of friction is reduced by almost 20 times!

Formula (*) shows that the work of destruction of the beats of a coal-grinding mill is very strongly (proportionally) dependent on the coefficient of friction of the coating. The wear of the Hadfield steel used at TPP-3 occurs in 500-550 hours of continuous operation (see

above). That is, after the high-entropy coating of CrNiTiZrCu, the resource of beats increases by almost 3 times (1600 hours) for a coal-grinding mill, which is economically very significant.

The work was carried out under the program of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. Grants No. 0118PK000063 and No. Ф.0781.

***

1. Mejна I., Bedolla-Jacuinde A., Pablo J.R. (2013). Sliding wear behavior of a high – Mn austenitic twinning induced plasticity (TWIP) steel microalloyed with Nb // Wear, V.1-2. - P 590–597.
2. Iglesias C., Solyrzano G., Schulz B. (2009). Effect of low nitrogen content on work hardening and microstructural evolution in Hadfield steel // Materials character., V. 9. – P. 971–979.
3. Abbasi M., Kheirandish S., Kharrazi Y., Hejazi J. (2009). The fracture and plastic deformation of aluminum alloyed Hadfield steels // Materials Science and Engineering A. V. 513–514. – P. 72–76.
4. Park K.T., Jin K. G., Han S.H., Hwang S.W., Choi K., Lee C.S. (2010). Stacking fault energy and plastic deformation of fully austenitic high manganese steels: Effect of Al addition // Materials Science and Engineering A, V. 16-17. – P. 3651–3661.
5. Nasajpour A., Kokabi A.H., Davami P., Nikzad S. (2016). Effect of molybdenum on mechanical and abrasive wear properties of coating of as weld Hadfield steel with flux-cored gas tungsten arc welding // Journal of Alloys and Compounds, V. 659. – P. 262–269.
6. Peng X., Zhu D., Hu Z., Yi W., Liu H., Wang M. (2013). Stacking fault energy and tensile deformation behavior of high-carbon twinninginduced plasticity steels: Effect of Cu addition // Materials and Design, V. 45. – P. 518–523.
7. Xiong R., Peng H., Wang S., Si H., Wen Y. (2015). Effect of stacking fault energy on work hardening behaviors in Fe–Mn–Si–C high manganese steels by varying silicon and carbon contents // Materials and Design, V. 85. – P. 707–714.
8. Gumus B., Bal B., Gerstein G., Canadinc D., Maier H.J., Guner F., Elmadagli M. (2015). Twinning activities in high-Mn austenitic steels under high-velocity compressive loading // Materials Science and Engineering A, V. 648. – P. 104–112.
9. Astafurova E.G., Tukeeva M.S., Zakharova G.G., Melnikov E.V., Maier H.J. (2011). The role of twinning on microstructure and mechanical response of severely deformed single crystals of high-manganese austenitic steel // Materials characterization, V.6. – P. 588–592.
10. Astafurova E.G., Tukeeva M.S., Maier G.G., Melnikov E.V., Maier H.J. (2014). Microstructure and mechanical response of single-crystalline high-manganese austenitic steels under high-pressure torsion: The effect of stacking-fault energy // Materials Science and Engineering A, V. 604. P. 166–175.
11. Yan W., Fang L., Zheng Z., Sun K., Xu Y. (2009). Effect of surface nanocrystallization on abrasive wear properties in Hadfield steel // Tribology International,. V. 5. - P. 634–641.
12. Yan W., Fang L., Sun K., Xu Y. (2007). Thermodynamics of nanocrystilline formation in surface layer of Hadfield steel by shot peening // Materials Science and Engineering A, V. 445-446. – P. 392-397.
13. Yurov V., Guchenko S., Machanov K. (2020). Application and research of operational characteristics of strengthening high entropy coatings on bills of carbon grinding mills // Sciences of Europe (Praha, Czech Republic), VOL 1, No 47. – P. 17-26.
14. Yurov V., Shelpyakov B., Guchenko S. (2020). Titanium nitride coatings on turbine shovels // The scientific heritage (Budapest, Hungary), No 44, P. 1. – P. 29-33.
15. Yurov V., Shelpyakov B., Guchenko S. (2020). Hhigh entropy coatings on turbine shovels and their wear resistance // Annali d'Italia, №5, Vol. 1. – P. 33-38.
16. Iýrov V.M. (2009). Nekotorye voprosy fızıkı poverhnostı tverdyh tel [Some questions of solid surface physics] // Vestnık KarGÝ. Fızıka, № 1(53). - S.45-54 [In Kazakhstan]

РАЗДЕЛ II. МЕДИЦИНА

Азовцев Д.Ю., Осипова М.А., Левит Т.А., Начаров П.В.

Правовая основа деятельности фтизиатрического детского дневного стационара и анализ организации его работы

Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Противотуберкулезный диспансер №12» (Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-05
idsp: scienceconf-03-2021-05

Abstract

An overview of the normative documents governing the creation and organization of children's day hospitals, including a phthisiology profile, is presented, the organizational characteristics of a phthisiatric children's day hospital as part of an anti-tuberculosis dispensary are given, the results of the work of a children's day hospital in the period from 2013 to 2019 are analyzed.

Key words: phthisiology, children's day hospital, regulatory documents, work organization, work results

Актуальность. Детские дневные стационары являются одной форм малозатратных и стационарозамещающих технологий организации и оказания медицинской помощи населению, определённых Постановлением Правительства Российской Федерации и включённых в Концепцию развития здравоохранения и медицинской науки в РФ [7].

По данным российской научной электронной библиотеки eLibrary.Ru [16] в период 1995 – 2020 гг. появились 64 публикации на тему детских дневных стационаров, но только одна из них посвящена деятельности детского дневного стационара фтизиатрического профиля [4], что недостаточно, учитывая сохраняющуюся актуальность диагностики и лечения туберкулёза у детей. Так, основной клинической формой туберкулеза у детей является туберкулёз внутригрудных лимфатических узлов (ВГЛУ), который выявляется в 74% всех случаев заболевания [15]. При этом в 10-15% случаев диагностика этой формы затруднена, поскольку при выполнении компьютерной томографии (КТ) не удаётся определить увеличение размеров ВГЛУ, и только контрольное исследование КТ через 6 мес. после проведения превентивного лечения позволяет у этой категории больных детей выявлять формирование кальцинатов во внутригрудных лимфатических узлах.

Немаловажной особенностью туберкулёза у детей является и частое отсутствие симптомов интоксикации, а также увеличение случаев сопутствующей патологии, которая влияет на результаты туберкулиновой пробы (реакции Манту). Так, в условиях специфического процесса у детей реакция на туберкулин часто носит нормергический характер [2, 3] либо результат пробы оказывается ложноположительным [5, 6].

Цель. Выполнить обзор нормативных документов, регламентирующих создание и организацию работы детских дневных стационаров, в том числе фтизиатрического профиля, дать организационную характеристику фтизиатрического детского дневного стационара в составе противотуберкулёзного диспансера, провести анализ работы детского дневного стационара в составе СПб ГБУЗ «Противотуберкулезный диспансер №12» в период с 2013 по 2019 гг.

Материалы и методы. Изучены нормативные документы, регламентирующие создание и организацию работы детских дневных стационаров, в том числе фтизиатрического профиля, проведён анализ организации, методов и результатов

работы детского дневного стационара фтизиатрического профиля, отражены сведения о пациентах, данные итогов работы в период с 2013 по 2019 гг. Методы исследования: описательный, статистический, экспертная оценка.

Результаты и обсуждение. В 1997 г. Постановлением Правительства Российской Федерации было положено начало важным организационным преобразованиям отечественного здравоохранения [7]. Так, принятая Концепция развития здравоохранения и медицинской науки в РФ содержит ряд основных направлений, среди которых значится и внедрение в практику малозатратных технологий и стационарозамещающих форм организации и оказания медицинской помощи населению. Одной из них являются дневные стационары различного профиля. Это направление было выбрано в результате анализа работы стационаров, проведённого в 1999 г. специалистами Министерства здравоохранения Российской Федерации, который показал, что до 50% пациентов, получивших медицинскую помощь в стационарах нехирургического профиля, могли бы получить не менее результативное, но менее затратное лечение в дневных стационарах амбулаторий и больниц [12]. В этом же году Министерством здравоохранения Российской Федерации был издан приказ об организации деятельности дневных стационаров в лечебно-профилактических учреждениях [12], в котором содержались следующие важные положения:

— определение коечной мощности и профиля дневного стационара является прерогативой руководителя лечебно-профилактического учреждения;
— планирование дневного стационара должно проводиться с учетом имеющейся инфраструктуры и уровня заболеваемости населения прикреплённого района;
— расчётная потребность в дневном стационаре должна быть согласована с вышестоящим органом управления здравоохранением.

В 2003 г. Министерством здравоохранения Российской Федерации введено в действие «Положение об организации деятельности дневного стационара в противотуберкулезных учреждениях», в котором выделены показания к пребыванию в отделении дневного стационара как для взрослых пациентов, так и для детей [13]. Следующим нормативным документом, регламентирующим правила организации дневных стационаров стало «Положение об организации оказания первичной медико-санитарной помощи взрослому населению» (2012) [9]. В нём содержатся конкретные правила организации работы дневного стационара, рекомендуемые штатные нормативы и стандарт оснащения дневныйх стационаров. Некоторые изменения приложений NN 9 и 11 «Положения об организации оказания первичной медико-санитарной помощи взрослому населению» (2012) были внесены Приказом Министерства здравоохранения РФ от 30 марта 2018 г. N 139н "О внесении изменений в Положение об организации оказания первичной медико-санитарной помощи взрослому населению, утвержденное приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 15 мая 2012 г. N 543н" [14]

В документе «Порядок оказания педиатрической помощи", вышедшем в 2012 г. [10], не были отражены особенности организации деятельности детских дневных стационаров. Они появились в 2018 г. в «Положении об организации оказания первичной медико-санитарной помощи детям» [11]. Так, в нём содержатся правила организации деятельности дневного стационара детской поликлиники, рекомендуемые штатные нормативы и стандарт оснащения дневного стационара, в которых учтены особенности педиатрической помощи.

Анализ опыта работы отдельных клиник США и Канады, при которых действуют дневные стационары для оказания медицинской помощи детям, свидетельствует об эффективности и востребованности такой формы организации и за

рубежом [1]. Однако в этих странах, в отличие от России, отсутствуют государственные программы, предусматривающие широкое внедрение детских дневных стационаров в практику здравоохранения.

Первый фтизиатрический детский дневной стационар в Санкт-Петербурге составе СПб ГБУЗ «Противотуберкулезный диспансер №12» был организован в начале 2012 г. в соответствии с указанными нормативными актами, а также во исполнение Постановления Правительства Санкт-Петербурга [8].

Детский дневной стационар с диагностическим отделением является структурным подразделением СПбГБУЗ «Противотуберкулезный диспансер №12» и предназначен для проведения диагностических, лечебных и реабилитационных мероприятий пациентам, не требующим круглосуточного медицинского наблюдения и объёма проводимых мероприятий. Время пребывания больного в детском дневном стационаре не менее 2 часов в день.

Вопрос о направлении пациента в детский дневной стационар решается индивидуально в каждом конкретном случае лечащим врачом и заведующим детским отделением на врачебной комиссии. Обеспечение питанием пациентов детского дневного стационара осуществляется в установленном порядке.

Контроль за деятельностью детского дневного стационара выполняет главный врач противотуберкулёзного диспансера и заместитель главного врача по медицинской части. Непосредственное руководство детским дневным стационаром осуществляет заведующий детским отделением.

Детский дневной стационар проходит лицензирование и аккредитацию наряду с другими подразделениями медицинского учреждения в установленном порядке.

Детский дневной стационар размещён в корпусе, отдельно стоящем от главного здания диспансера. Работа детского дневного стационара была начата в 2013 г. после получения лицензии. На обследование и лечение в стационар поступают дети и подростки из Адмиралтейского района Санкт-Петербурга, относящегося к СПб ГБУЗ «Противотуберкулезный диспансер №12». Детский дневной стационар является альтернативой круглосуточному пребыванию пациентов в противотуберкулезном санатории, в СПб ГБУЗ "Детская инфекционная больница №3" или в отделении терапии туберкулеза легких у детей ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России и остаётся до настоящего времени первым и единственным фтизиатрическим детским дневным стационаром в Санкт-Петербурге.

Детский дневной стационар спланирован и функционирует из расчёта 10 пациенто-мест в смену. В нём оказывают специализированную фтизиатрическую медицинскую помощь детям и подросткам в условиях минимального отрыва пациентов от привычных условий быта и обучения. В составе стационара имеется диагностическое отделение, выполняющее дифференциальную диагностику туберкулёза. Пациентам обеспечивается врачебный контроль, они получают весь необходимый комплекс лечебно-диагностических мероприятий. При этом дети большую часть суток проводят в семье и находятся в психологически комфортном состоянии. При отсутствии медицинских противопоказаний учащиеся могут совмещать пребывание в детском дневном стационаре с учёбой в школе.

В структуре детского дневного стационара функционируют:

- палата на 5 коек, оснащенная необходимым оборудованием и инвентарём;
- 2 процедурных кабинета (для постановки иммунологических проб и для парентерального введения лекарственных препаратов);
- кабинет функциональной диагностики, в котором выполняются электрокардиография и определение функции внешнего дыхания);
- кабинет ультразвуковой диагностики;
- физиотерапевтический кабинет;

— ингаляторий;
— кабинет врача;
— комната для приема пищи пациентами;
— просторный игровой холл для детей с родителями (горка, детские столы и стулья, телевизор, диваны, стеллажи с игрушками и играми и т.д.), предназначенный для отдыха, проведения игр и выполнения школьниками домашних заданий.

В целях своевременного проведения консультаций врачей-специалистов и выполнения диагностических назначений была отлажена система взаимосвязи детского дневного стационара со всеми структурными подразделениями противотуберкулёзного диспансера.

В централизованной межрайонной клинико-диагностической лаборатории, имеющейся в составе диспансера, выполняются клинические, иммунологические и молекулярно-генетические исследования для диагностики туберкулёза и сопутствующей патологии, которая влияет на чувствительность пациентов к туберкулиновой пробе (реакция Манту). Также выполняется определение содержания противотуберкулёзных препаратов в моче для контроля их приёма пациентами.

В детском дневном стационаре в период с 2013 по 2019 гг. было обследовано 252 пациента в возрасте от 6 мес. до 18 лет с различными проявлениями туберкулёзной инфекции:

— неактивная форма туберкулеза (IIIA ДН);
— активная форма туберкулёза ВГЛУ;
— активная форма туберкулёза ВГЛУ, туберкулёзная интоксикация.

В стационар поступают дети и подростки из всех групп фтизиатрического диспансерного наблюдения.

Выводы:

1. Проведённый анализ показал, что организация деятельности, размещение, оснащённость, структура и штатный кадровый состав детского дневного стационара соответствуют нормативным документам Министерства здравоохранения Российской Федерации и достаточны для выполнения возложенных задач.
2. Формат дневного стационара обеспечивает доступность специализированной медицинской помощи детям с подозрением на туберкулёз в условиях отсутствия необходимости в круглосуточном пребывании в стационаре.
3. Фтизиатрический детский дневной стационар в составе СПб ГБУЗ «Противотуберкулезный диспансер №12» является первой и единственной структурой в Санкт-Петербурге.
4. В перспективе возможности детского дневного стационара позволят принимать детей не только из Адмиралтейского района, обслуживаемого диспансером, но и из других районов Санкт-Петербурга.
5. Создание фтизиатрического детского дневного стационара является успешным примером реализации Концепции развития здравоохранения и медицинской науки в Российской Федерации.

***

1. Букатова, Т.Д. Из современного зарубежного опыта организации работы детского дневного стационара / Т.Д. Букатова, А.Н. Прокинова, Н.М. Заика // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2012. – № 2. – С. 47-48.
2. Довгалюк, И.Ф. Клинико-эпидемические особенности туберкулеза у детей Северо-Запада Российской Федерации / И.Ф. Довгалюк, Н.В. Корнева // Туберкулез и болезни легких. – 2011. – №3. – С. 12-16.

3. Корнева, Н.В. Возможности оптимизации диагностики туберкулеза органов дыхания у детей (на примере Северо-Западного региона Российской Федерации): Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2011. – 23 с.
4. Кривохиж, В.Н. Пятилетний опыт работы детского дневного стационара с дифференциально-диагностическим отделением фтизиатрического профиля в условиях мегаполиса / В.Н. Кривохиж, Т.А. Левит // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2018. – Т. 13, № 1. – С. 87-99.
5. Медников, Б.Л. Кожная проба с препаратом Диаскинтест® (аллерген туберкулезный рекомбинантный 0,2 мкг в 0,1 мл раствор для внутрикожного введения) для идентификации туберкулезной инфекции: Пособие для врачей / Б.Л. Медников, Л.В. Слогоцкая. – М., 2009. – 32 с.
6. Овсянкина, Е.С. Рекомендации по применению кожной пробы с препаратом аллерген туберкулезный рекомбинантный 0,2 мкг в 0,1 мл раствор для внутрикожного введения (ДИАСКИНТЕСТ®) для идентификации туберкулезной инфекции у детей и диспансерного наблюдения в противотуберкулезных учреждениях: Методические рекомендации / Е.С. Овсянкина, Л.В Слогоцкая., М.Ф. Губкина. – М.: МНПЦБТ, 2010. – 29 с.
7. Постановление Правительства РФ от 05 ноября 1997 г. № 1387 «О мерах по стабилизации и развитию здравоохранения и медицинской науки в Российской Федерации». – М., 1997. – 17 с.
8. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 11 ноября 2008 г. № 1398 «О Плане мероприятий по реструктуризации и развитию сети государственных учреждений здравоохранения Санкт-Петербурга». – СПб., 2008. – 76 с.
9. Приказ МЗ и СР РФ от 15 мая 2012 г. № 543н «Об утверждении Положения об организации оказания первичной медико-санитарной помощи взрослому населению». – М., 2012. – 97 с.
10. Приказ МЗ и СР РФ от 16 апреля 2012 г. № 366н «Об утверждении Порядка оказания педиатрической помощи». – М., 2012. – 35 с.
11. Приказ МЗ РФ от 07 марта 2018 № 92н «Об утверждении Положения об организации оказания первичной медико-санитарной помощи детям». – М., 2018. – 50 с.
12. Приказ МЗ РФ от 09 декабря 1999 г. № 438 «Об организации деятельности дневных стационаров в лечебно-профилактических учреждениях». – М., 1999. – 4 с.
13. Приказ МЗ РФ от 21 марта 2003 № 109 «О совершенствовании противотуберкулезных мероприятий Российской федерации». – М., 2003. – 163 с.
14. Приказ МЗ РФ от 30 марта 2018 г. № 139н «О внесении изменений в Положение об организации оказания первичной медико-санитарной помощи взрослому населению, утвержденное приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 15 мая 2012 г. N 543н». – М., 2018. – 10 с.
15. Шилова, М.В. Организация противотуберкулезной помощи в России и пути модернизации организационно-методического управления диспансерным наблюдением больных туберкулезом в современных эпидемических и социально-экономических условиях / М.В. Шилова // Туберкулез и болезни легких. – 2011. – № 5. – С. 236.
16. https://www.elibrary.ru/query_results.asp?pagenum=1

Ахмадуллина Х.М.[1], Ахмадуллин У.З.[2], Горбаткова Е.Ю.[3], Макарова А.А.[1], Хамитов Р.Н.[2]

О результатах изучения физического развития школьников в условиях малого города

[1]ЧОУ ВО «Восточная экономико-юридическая гуманитарная академия»
[2]ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
[3]ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет университет им. М.Акмуллы»
(Россия, Уфа)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-06
idsp: scienceconf-03-2021-06

Аннотация

Приведены результаты динамического слежения за показателями физического развития школьников за 25-летний период на примере малого города Бирска (Россия). Полученные данные свидетельствуют об ускорении темпов физического развития детей школьного возраста по длине тела и массе тела у мальчиков и девочек, снижении показателей окружности грудной клетки у мальчиков всех возрастов, что

обусловливает необходимость повышенного внимания на дыхательную систему и риск развития бронхолегочной патологии.

Ключевые слова: физическое развитие, школьники, урбанизация, малый город, антропометрия.

Abstract

The results of dynamic monitoring of the physical development indicators of schoolchildren over a 25-year period are presented on the example of the small town of Birsk. The data obtained indicate an acceleration in the rate of physical development of school-age children in terms of body length and body weight in boys and girls, a decrease in chest circumference in boys of all ages, which necessitates increased attention to the respiratory system and the risk of developing bronchopulmonary pathology.

Keywords: physical development, schoolchildren, urbanization, small town, anthropometry.

Актуальность данного исследования определяется необходимостью изучения состояния здоровья и физического развития школьников, проживающих в условиях малого города.

С законодательной точки зрения в России к малым городам относятся городские поселения с численностью населения до 50 тыс. человек, а к средним городам - до 100 тыс. человек. В малых городах проживает около 12% граждан Российской Федерации [1, с. 84-93].

В материалах ВОЗ урбанизация названа одним из факторов, представляющих угрозу здоровью населения [2]. В настоящее время основные тренды урбанизации задаются крупными российскими городскими центрами, а малые города не являются предметом повышенного научного и общественного внимания.

В доступной литературе мы встретили незначительное количество публикаций о морфофункциональном развитии детей школьного возраста, проживающих в условиях малого города и недостаточные данные о комплексном их обследовании. Считается важной задачей необходимость выявления территориальных различий в физическом развитии детей, проживающих в разных регионах с учетом уровня урбанизации [3, с. 111-114].

Одним из ведущих показателей состояния здоровья детей школьного возраста является физическое развитие, представляющее собой динамический процесс роста и биологического созревания ребенка в разные периоды детства. На физическое развитие детей влияет множество факторов: эндогенные (состояние здоровья родителей, их возраст, течение беременности, наследственность и т. д.); экзогенные (качество и количество питания, режим дня, эмоциональное состояние ребенка, климатические и географические условия, острые и хронические заболевания). Чем значительнее отклонения в физическом развитии ребенка, тем больше вероятность наличия заболеваний.

Значимо и то, что методы оценки физического развития просты в исполнении для детей любого возраста и достаточно информативны. Показатели физического развития являются важным инструментом первичного контроля над состоянием здоровья детей. Правильная оценка физического развития — это важный критерий медицинского обследования. Стандарты физического развития, полученные при суммировании данных однородных групп детей школьного возраста, служат основой для популяционного мониторинга на конкретной территории и являются основой для индивидуального анализа отклонений в организме конкретного школьника.

Школа в малом городе является главным институтом социализации личности. И хотя возможности современного Интернета значительно расширяют личное пространство каждого человека, тем не менее, малый город - это особая среда со своим неповторимым укладом жизни, своим обликом и своими «проблемными зонами».

Установлено, что существует определенная зависимость между урбанизацией, экологией и состоянием здоровья городского населения [4, с. 18-23]. Тем больший интерес вызывает изучение состояния здоровья и физического развития школьников, проживающих в условиях малого города.

Авторами этой статьи в 1994 году на основании комплексного медико-социального исследования проводилось изучение физического развития школьников г. Бирска, были составлены таблицы стандартов физического развития. Было изучено состояние здоровья школьников во взаимосвязи с образом жизни, условиями обучения и проживания в семье; проведено прогнозирование риска патологии у школьников; обоснована необходимость разработки социального маркетинга в плане применения социально-гигиенических знаний, умений, навыков школьников, педагогов, родителей с целью использования их в управлении здоровьем детей школьного возраста.

Выбор города Бирска в качестве объекта исследования был обусловлен тем, что он является типичным малым городом средней полосы Российской Федерации. Численность населения города Бирска на 1 января 1994 года составляла 37100 человек, в том числе детей школьного возраста 5828 человек (15,7% от общей численности населения). На 1 января 2021 года численность населения города Бирска составила 46 512 человек [5], в том числе детей школьного возраста 7437 человек (16,0% от общей численности населения).

Проведение данного исследования по изучению показателей физического развития школьников г. Бирска в 2019 году было научно обоснованным, поскольку дало возможность в сравнительном аспекте оценить за 25-летний период динамику изменений этих показателей.

Антропометрические измерения школьников проводились по стандартной методике однотипным точно выверенным инструментарием, в соответствии с требованиями антропометрии.

Осуществлялось изучение следующих показателей физического развития детей школьного возраста г. Бирска: длина тела (стоя), масса тела, окружность грудной клетки. Были использованы следующие статистические методы обработки полученных данных: M (средняя арифметическая взвешенная), m (средняя ошибка средней арифметической взвешенной), σ (среднее квадратическое отклонение), r (коэффициент корреляции), V (коэффициент вариации), R (коэффициент регрессии).

Статистическую обработку вычисленных показателей осуществляли с использованием программы Statistica 6.0 forWindows. Достоверность различий между признаками определяли по t-критерию Стьюдента. В качестве статистической надежности выбран доверительный интервал $p<0,05$.

Полученные данные изучения показателей физического развития детей школьного возраста свидетельствуют о том, что за 25-летний период:

- длина тела мальчиков увеличилась на 2,17 см; девочек – на 1,66 см;
- масса тела мальчиков увеличилась на 2,68 кг; девочек – на 2,2 кг;
- окружность грудной клетки мальчиков уменьшилась на 1,13 см; окружность грудной клетки девочек увеличилась на 0,13 см.

Были изучены показатели абсолютных приростов длины тела, массы тела и окружности грудной клетки школьников г. Бирска в укрупненных возрастных группах (по материалам обследований 1994 г. и 2019 г.).

Таблица 1

Абсолютные приросты длины тела, массы тела и окружности грудной клетки школьников г. Бирска в укрупненных возрастных группах (по материалам обследований 1994 г. и 2019 г.)

Возрастной интервал, лет	Мальчики		Девочки	
	1994 год	2019 год	1994 год	2019 год
Длина тела, см				
7-9	10,23	9,07	10,83	7,52
9-11	8,40	10,09	11,08	11,73
11 – 13	14,10	10,98	12,76	13,11
13 – 15	9,41	13,71	4,37	4,13
15 – 17	6,60	4,39	1,71	1,12
Масса тела, кг				
7 – 9	5,71	6,27	4,90	4,31
9 – 11	7,01	7,39	6,79	7,75
11 – 13	9,46	9,24	9,47	10,74
13 – 15	7,94	9,49	8,25	5,27
15 – 17	9,98	4,34	4,92	1,60
Окружность грудной клетки, см				
7 – 9	3,98	4,07	6,98	1,59
9 – 11	4,07	5,46	3,05	7,75
11 – 13	5,92	6,72	6,48	7,36
13 – 15	8,20	3,46	9,54	1,82
15 – 17	5,10	4,21	2,21	4,78

Результаты сравнительного изучения антропометрических данных школьников г. Бирска в 2019 году позволяют сделать следующие выводы:

- в динамике не изменились показатели годовых абсолютных приростов длины тела и массы тела: достигают максимума у мальчиков в возрастном интервале 13-15 лет; у девочек – в 11-13 лет;
- изменились показатели окружности грудной клетки у мальчиков: максимум годового прироста окружности грудной клетки приходится на возрастной интервал 11-13 лет (в 1994 году - в 13-15 лет);
- произошло снижение показателей окружности грудной клетки у мальчиков всех возрастов, за исключением 11-летних мальчиков;
- показатели окружности грудной клетки у девочек не имеют отчетливой однообразной тенденции, снижаясь в возрастные интервалы 8-10 лет и 15-17 лет;
- при этом существенно изменились показатели окружности грудной клетки у девочек: максимум годового прироста окружности грудной клетки приходятся на возрастные интервалы 9-11 лет и 11-13 лет (в 1994 году - в 13-15 лет).

Таким образом, проведенное исследование показало, что за последние 25 лет наблюдается определенное ускорение темпов физического развития школьников г. Бирска, особенно по длине тела и массе тела, сопровождающееся повышением нагрузки на сердечно-сосудистую систему и риском развития болезней органов кровообращения. Обращает на себя внимание снижение показателей окружности грудной клетки у мальчиков всех возрастов, что обусловливает необходимость повышенного внимания на дыхательную систему и риск развития бронхолегочной патологии.

Подлинное суждение о здоровье школьников не может быть произведено только на основании размеров тела (даже с учетом физического развития и уровня полового созревания); необходимы данные субъективного и объективного состояния здоровья.

Самооценка здоровья отражает у школьников субъективную сторону состояния здоровья. Каждый третий школьник оценил состояние своего здоровья как отличное или хорошее, 40,6% - как удовлетворительное, а каждый четвертый школьник оценил как плохое, или очень плохое. С возрастом школьников самооценка здоровья становится более высокой: удельный вес выпускников, оценивающих свое здоровье как отличное и хорошее, увеличивается до 59,8%; соответственно уменьшается количество школьников одиннадцатых классов с самооценкой здоровья плохое или очень плохое до 11,6% ($p < 0,05$).

Таким образом, полученные данные подтверждают необходимость динамического слежения за основными параметрами физического развития детей школьного возраста с учетом степени урбанизации и с определенной периодичностью. Нормативы (стандарты) физического развития являются важнейшим инструментом первичного контроля за состоянием здоровья подрастающего поколения.

***

1. Секушина И.А. Теоретические подходы к классификации малых и средних городов России // Научный вестник Южного института менеджмента. 2019. №2. С. 84-93.
2. Урбанизация и здоровье / Бюллетень Всемирной организации здравоохранения. [Электронный ресурс]. URL: https://www.who.int/bulletin/volumes/88/4/10-010410/ru/ (дата обращения: 07.03.2021).
3. Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации: Учебное пособие. Выпуск VII. Под ред. В.М. Кучмы, Н.А. Скоблиной, О.Ю. Милушкиной. М.: Изд-во Литерра, 2019. С.111-114.
4. Akhmadullina Kh.M., Akhmadullin U.Z., Yalaeva E.T., Salahiyeva E.A., Shaymardanova D.A. Dynamic state tracking health of hoolchildren / Sciences of Europe. Praha, Czech Republic. Vol. N 65 (2021). P.18-23.
5. Бирск / Википедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Бирск (дата обращения: 07.03.2021).

Гейзе А.В., Клеузович А.А., Раевская М.Б., Ревишвили А.Ш., Плотников Г.П. Некоторые аспекты организации работы и интенсивной терапии при лечении пациентов с SARS-Cov-2

ФГБУ Национальный Медицинский исследовательский Центр хирургии им. А.В. Вишневского Министерства Здравоохранения РФ
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-07
idsp: scienceconf-03-2021-07

Аннотация

Выполнен анализ работы отделения реанимации и интенсивной терапии инфекционного госпиталя для оказания помощи больным с COVID-19, развернутого на базе многофункционального хирургического центра. Наиболее тяжелую группу составили пациенты в возрасте >80 лет (13,5%) и индексом массы тела >40 кг/м^2 (21,8%). При лечении использовали стандарты 5 и 6 рекомендаций Минздрава РФ.

Более 30% пациентов нуждались в интенсивной терапии, из них у 50,6% проводили продленную искусственную вентиляцию легких (ИВЛ). У 17,9% проводилась не инвазивную вентиляцию легких (НИВЛ), а у 33,9% - высокопоточную оксигенацию (ВПО). Перевод с ИВЛ на самостоятельное дыхание выполнен у 69% пациентов. Из них трахеостомия потребовалась 19,8%.

Общая летальность составила 4,8% (преимущественно женщины – 55%, с ожирением – 36,8% и в старческом возрасте – 45% от всех умерших), летальность в ОРИТ – 12,8%. Продемонстрированы эффективность Последовательное применение методов респираторной поддержки и использования отдельных компонентов методик «fast-track» при проведении принудительной ИВЛ, экстракорпоральных методик лечения и тоцилизумаба при «цитокиновом шторме» показало высокую эффективность.

Ключевые слова: коронавирус, интенсивная терапия, искусственная вентиляция легких, тоцилизумаб, экстракорпоральные методы лечения

Abstract

The 45-day experience of an infectious diseases hospital for providing care to patients with COVID-19, deployed on the basis of a multifunctional surgical center, was analyzed. It was shown that more than 30% of patients required intensive care, of which 50.6% required prolonged mechanical ventilation (ALV). The most severe group consisted of patients aged> 80 years (13.5%) and a body mass index> 40 kg / m^2 (21.8%). The treatment used standards 5 and 6 recommendations of the Ministry of Health of the Russian Federation. Non-invasive ventilation (NIV) was performed in 17.9%, high-flow oxygenation (HPO) in 33.9%. 69% were weaned from endotracheal mechanical ventilation, 19.8% of them through tracheostomy. The overall mortality rate was 4.8% (mainly women - 55%, with obesity - 36.8% and in old age - 45% of all deaths), resuscitation mortality - 12.8%. The effectiveness of the consistent application of respiratory support methods and the use of separate components of the fast-track techniques for compulsory mechanical ventilation, extracorporeal treatment methods and tocilizumab for cytokine storms has been demonstrated.

Keywords: coronavirus, intensive care, mechanical ventilation, tocilizumab, extracorporeal treatments

Введение. В период пандемии коронавируса SARS-CoV-2 институт хирургии им. А.В. Вишневского был перепрофилирован в госпиталь для лечения пациентов с новой коронавирусной инфекцией.

Известно, что коронавирус SARS-CoV-2 начинается, как локальная инфекция верхних дыхательных путей. Поражая эндотелиальные клетки через рецепторы ACE2, вирус высвобождает провоспалительные цитокины, что увеличивает адгезию и коагуляцию, а при массивном поражении провоцирует и так называемый «цитокиновый шторм» с высоким уровнем TNF-α, интрелейкинов, гранулоцитарно-колониестимулирующих факторов, хемокинов [1]. Гипервоспалительная реакция, повреждение микроциркуляции и системы кровообращения приводят к молниеносному манифестированную полиорганной дисфункции. По данным литературы, 93% пациентов нуждаются в базовой и 25% - расширенной кардиопротективной терапии, 20% - почечной, 5% неврологической и 0,4% печеночной [2]. Интенсивная терапия включала респираторную поддержку, поддержку функции почек, превентивную антикоагулянтную терапию (предупреждение микротромбообразования в легочных капиллярах). Проводили расширенный гемодинамический мониторинг. По данным литературы, когнитивные нарушения с переменной продолжительностью, психологические расстройства и снижение толерантности к физическим нагрузкам отмечали у 25% пациентов с новой коронавирусной инфекцией [3]. В связи с этим, необходима ранняя нейропротективная терапия. Поэтому мы считаем, что SARS-CoV-2 - это мультисистемный клинический синдром и требует активного поиска доказательств поражения жизненно важных органов и систем.

Цель сообщения - анализ эффективности организации помощи, клинико-лабораторной диагностики и особенностей интенсивной терапии больных с SARS-CoV-2 в условиях временного инфекционного госпиталя на базе хирургического центра.

Материал и методы. На базе ФГБУ НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского было создано 150 специализированных по SARS-CoV-2 коек в 4-х инфекционных отделениях, дифференцированных для пациентов с различной тяжестью состояния на момент поступления. Кроме этого, развернуто отделение реанимации иинтенсивной терапии (ОРИТ) - 18 реанимационных коек и 10 - интенсивной терапии, где работали врачи анестезиологи-реаниматологи (далее – реаниматологи). Так же реаниматологи, с комплектом оборудования для ИВЛ, на этапе поступления в клинику больных с SARS-CoV-2 проводили в приемном отделении сортировку пациентов по тяжести состояния (мониторинг АД, ЭКГ, ЧДД, оксиметрия). Поступило в Центр – 414 больных, из которых 156 (37,7%) переведено в ОРИТ для проведения интенсивной терапии.

Показания к переводу в реанимацию – нарушения сознания; неэффективность оксигенотерапии в прон-позиции (SpO2<92% при PaO2<70mmHg или PaCO2>40mmHg); гипертермия >38°С в сочетании с десатурацией и гипотензией. Мужчин – 89 (57,05%); женщин – 67 (42,9%). Средний возраст - 69±11,3 [min 24 max 97] лет, из них в старческом (по классификации ВОЗ) – 21 (>80 лет), что составило 13,5% от всех пациентов в ОРИТ. С индексом массы тела >40 кг/м^2 – 34 пациента (21,8%) [min 128 кг; max 183 кг]. Тяжесть состояния при поступлении по шкале National Early Warning Score (NEWS) 6,9±2,7 [min 4, max 9], в ОРИТ по шкале Sequential Organ Failure Asessmen (SOFA) 8,1±3,1 [min 3, max 16]. При поступлении в стационар оценивали степень тяжести поражения легких, которая у 94 пациентов (60,2%) оказалась на уровне КТ-4. Продленная ИВЛ проводилась 84 (20,3% от всех поступивших, или 50,6% от поступивших в ОРИТ) пациентам. Выполняли исследования ПЦР, КТ, ЭКГ, клинико-биохимические исследования (ОАК, ОАМ, КЩС, тропонин I, , АЛТ, АСТ, общий белок, альбумин, С-реактивный белок, креатинин, ферритин, коагулограмма, Д-димер), бактериологические исследования биологических сред.

Все пациенты получали трехкомпонентную базовую противовирусную терапию (*лопинавир/ритонавир* + *гидроксихлорохин* + *азитромицин*), из них 78% - до поступления в стационар (согласно существовавшим на момент работы госпиталя 4-м временным рекомендациям МЗ РФ). При ИВЛ и отсутствии признаков суперинфекции (прокальцитонин <0,5 нг/мл) применяли дексаметазон 0,1 мг/кг.

Стратегия респираторной поддержки у больных с SARS-CoV-2: 1) переменное нахождение пациентов в прон-позиции с поворотом на правый-левый бок-спину каждые 2 часа с мониторингом сатурации и газового состава артериальной и/или венозной крови 2) переход на высокопоточную оксигенацию (ВПО) при ухудшении вентиляционных показателей на назальной или масочной оксигенации в прон-позиции 3) неинвазивная вентиляция легких (НИВЛ) при неэффективности ВПО 4) интубация трахеи и перевод на принудительную вентиляцию легких при неэффективности НИВЛ. Показаниями для перевода на ИВЛ были : неэффективность проведения не инвазивной вентиляции легких; невозможность проведения не инвазивной вентиляции легких (остановка дыхания, нарушение сознания, психики пациента); нарастающая одышка, тахипноэ (более 35 движений в минуту), которое не исчезает после снижения температуры тела; PaO_2 < 60 мм.рт.ст. либо PaO_2/FiO_2 < 200; $PaCO_2$ > 60 мм.рт.ст.; pH < 7,25; SpO_2 < 90%. Применяли ИВЛ в режимах PC, либо SIMV PC + PS, либо PCV-VG с FiO_2 не более 70% Pi ≤ 25cmH_2O; PS 20-22 cmH_2O; Peep ≤12cmH_2O; с частотой дыхания по показателям CO_2. В 100% случаев ИВЛ проводилась с переменной прон-позицией. Отлучение от ИВЛ проводили с использованием неинвазивных методик в обратной последовательности.

Результаты и обсуждение. Всего выписано и переведено в другие стационары при закрытии госпиталя 394 (95,2%) больных. Средняя длительность пребывания в ОРИТ для выживших пациентов 9,4±3,9 (min 2 max 34) дня. Переведено на спонтанную вентиляцию с ИВЛ 58 пациентов (без учета 20 умерших и 6 переведенных на ИВЛ в другой стационар) – 69% от всех на ИВЛ.

Трахеостомия выполнена 31 пациенту (19,8%) в сроки 6,7 суток [min 3, max 11], или 36,9% от всех больных на ИВЛ. Показания, методика, сроки и выбор критических больных пациентов для трахеостомии остаются предметом значительных дискуссий. В некоторых исследованиях было зафиксировано значительное увеличение числа пациентов с SARS-CoV-2 , нуждающихся в искусственной вентиляции легких [4]. Подходы к трахеостомии у пациентов с ковидной инфекцией остаются в принципе теми же, но с учетом необходимости обеспечения максимальной безопасности персонала в течение процедуры [5]. В качестве дополнительного показания к трахеостомии, рассматривается возникновение отека дыхательных путей и ларингита у

критических пациентов с COVID-19, с формированием трудных дыхательных путей и возникновении проблем при интубации [6].

НИВЛ проводили 28 пациентам (17,9% от всех госпитализированных в ОРИТ), из них 16 – 57,1% в связи с не эффективностью переведены на ИВЛ. Респираторная поддержка посредством высокопоточной оксигенации проводилась 53 пациентам (33,9% от всех госпитализированных в ОРИТ), из них 21 больной (39,6%) в дальнейшем переведен на продленную ИВЛ. Европейское общество интенсивной медицины (ESICM) предлагает использовать кислород, доставляемый через носовую канюлю с высоким потоком (ВПО), в качестве терапии первой линии для пациентов с COVID-19 и острой гипоксической дыхательной недостаточностью и считает предпочтительнее, чем НИВЛ с положительным давлением. Однако, НИВЛ может проводиться *«с тщательным мониторингом и оценкой степени дыхательной недостаточности» [*7,8*]*. В 7-й версии Временных рекомендаций по лечению коронавирусной инфекции МЗ РФ, НИВЛ/ВПО уже рекомендованы как второй шаг респираторной поддержки у пациентов с гипоксемией [11]. По нашим наблюдениям, ВПО оказалась эффективнее НИВЛ, и у 60% больных с прогрессирующей ДН удалось добиться стабилизации состояния. В то же время >50% пациентов, получавших в качестве респираторной поддержки НИВЛ, в конечном итоге были переведены на ИВЛ. Кроме того, пациенты, до перевода на ИВЛ находившиеся на НИВЛ/ВПО, имели значимо более короткие сроки принудительной ИВЛ (5,9 vs. 11,2 суток). Стратегия «fast-track» для этой категории пациентов, применительно к респираторному маневру, позволяет отлучить от ИВЛ большинство пациентов. Нецелесообразно использование глубокой седации и миорелаксации для синхронизации с аппаратами ИВЛ – они показаны только при интубации и при психомоторном возбуждения или при выраженной гипоксемии для обеспечения оптимальных параметров респираторной механики. Отмечено [12], что 13,8% случаев заболевания SARS-CoV-2 являются тяжелыми, 6,1% — критическими. У пациентов данных подгрупп возможно развитие гиперцитокинемии или “цитокинового шторма” [2] - резкого повышения уровня таких маркеров, как интерлейкин-6, интерлейкин-1, С-реактивный белок и фактор некроза опухоли-альфа, и манифестация клинической картины шокового состояния. Соответственно, превентивная терапия имеет больше шансов на успех [13]. Исходя из того, что цитокиновый шторм – это гипериммуная реакция, при интенсивной терапии этого состояния мы применили собственный опыт лечения и профилактики рефрактерного стерильного системного воспаления при длительном искусственном кровообращении и кризе отторжения трансплантата, при септическом шоке – экстракорпоральные методы лечения (ЭМЛ) с использованием мембран с избирательной цитокиновой активностью [14]. Всего проведено 48 сеансов процедур экстракорпоральных методов лечения 27 больным (30 гемодиафильтраций и гемодиализа, 18 цитосорбций в разных вариациях – гемоперфузии и плазмосорбции). Длительность процедур от 6 часов до 64 часов. Показаниями служили: цитокиновый шторм/септический/’’виремический” шок – в 17 случаях (10,9% в ОРИТ, или 4,1% от всех); прогрессирование ХПН/ОПН – в 5 случаях (3,2% от всех в ОРИТ); ОРДС/гипергидратация – в 5 случаях (3,2% в ОРИТ). В 4-х (2,6%) случаях при нестабильной гемодинамике по типу вазоплегии (септический шок у пациентов с суперинфекцией) – положительные результаты при применении пульс-терапии кортикостероидами, гидратация до 40-50 мл/кг с последующей гемофильтрацией и/или форсированным диурезом (летальный исход в этой группе 1 из 4 больных). Применяли комбинированные методики [15], так как изолированные процедуры позволяют быстро купировать явления шока и стабилизировать гемодинамику, но можно ожидать ухудшения состояния через короткий промежуток времени за счет тканевого выброса, а комбинация методов позволяет избегать этого недостатка, а также регулировать гидратацию и температуру. Экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО)

показала положительные результаты при лечении пациентов с предшествующими коронавирусными инфекциями A(H1N1) и MERS-CoV [16,17], поэтому ВОЗ рекомендует ее применение при рефрактерной гипоксемии, не смотря на проведение ИВЛ [18]. Российское общество специалистов ЭКМО определило следующие показания для инициации процедуры при неэффективности проводимой оптимальной терапии: респираторный индекс (PaO2/FiO2) <80 более 6 ч.; или менее 30 более 3 ч, или декомпенсированный респираторный ацидоз с pH<7,25 с PaCO2>60 mmHg более 6 ч [11]. Однако, четверо пациентов, рассматриваемых консилиумом для проведения процедуры, имели противопоказания: *тяжелые гипоксические повреждения мозга, возраст >70 лет, декомпенсацию хронических патологических процессов. Во остальных случаях удавалось достичь приемлимых вентиляционных показателей в относительно короткие сроки за счет респираторного маневра.*

При дебюте «цитокинового шторма» (резкое повышение температуры в сочетании с десатурацией, нарастанием объема поражения легочной ткани) в 36 случаях (23,1% от всех в ОРИТ) вводился Тоцилизумаб (Актемра, Genentech Roche Group, USA). У трех пациентов Тоцилизумаб вводился дважды. Летальный исход в этой группе 1 пациент (2,7%). Тоцилизумаб ранее использовали для лечения ревматоидного артрита и некоторых видах рака: он снижает активность ИЛ-6, который связан с чрезмерно интенсивным иммунным ответом. Для тяжелого течения заболевания характерным также является снижение продукции ИЛ-10 [19]. Некоторые авторы, напротив, сравнивая данные о пациентах с ОРДС, полученные до пандемии, с показателями пациентов с тяжелым COVID-19 - концентрация IL-6 при гипервоспалительном ОРДС в 10–200 раз выше – ставят под сомнение развитие цитокинового шторма при COVID-19. Более того, использование термина «цитокиновый шторм» дает предпосылки к применению иммуномодуляторной терапии, блокирующей ключевые пути воспалительного ответа организма, а это повышает риск вторичных инфекций [20]. В настоящее время Тоцилизумаб включен, начиная с 7-й версии, во Временные рекомендации по лечению коронавирусной инфекции МЗ РФ [11]. Наши результаты разнонаправленные, в зависимости от исходной температурной реакции. В 76 % случаев положительная динамика только по клиническим показателям (снижение Т° до нормальной без изменения или при тенденции увеличения % поражения легких по КТ-картине), у 12% ухудшение показателей по двум параметрам, и у 12% - улучшение по двум показателям. В последней группе при этом значимое снижение необходимой длительности ИВЛ (рис.2). То есть Тоцилизумаб имеет очень узкий терапевтический диапазон у пациентов в критическом состоянии и его применение оправдано при гиперактивном течении в ранние сроки заболевания.

У всех пациентов при *нормальных показателях* плазменного гемостаза регистрировался тромбоцитоз, повышение Д-димера, гиперагрегация. Эноксапарин, вводимый даже в лечебных дозировках *подкожно*, был не эффективен, в том числе из-за получаемой этими пациентами в большинстве случаев вазопрессорной поддержки. Мы использовали внутривенное введение эноксапарина 0,8 мл с интервалом 8 ч (с учетом периода полувыведения препарата в идеальных условиях). Адекватные показатели гемостаза при гиперкоагуляционном синдроме удавалось достигать также при тройной дезагрегантной терапии (включая ацетилсалициловую кислоту 100мг и клопидогрел 75мг) с непрерывным внутривенным введении гепарина до 10-25 т.ед./сутки под контролем АСТ. В этих условиях целесообразна и возможна коррекция субкомпенсированной анемии для подержания адекватного уровня доставки О2 в условиях транспортно-тканевого дефицита. Снижение уровня гемоглобина (а оно, как правило, совпадает с повышением агрегации тромбоцитов) обусловлено также сладжированием форменных элементов в микроциркуляторном русле, что требует применения «простых» ангиопротекторов типа пентоксифиллина.

Плазма реконвалесцентных доноров, учитывая исторические прецеденты и отсутствие доказанной противовирусной терапии SARS-CoV-2, в настоящее время используется во многих клиниках РФ и за рубежом, но данные об эффективности метода в основном основывались на опубликованных исследованиях серии случаев и ретроспективных сравнений [24-26]. Рандомизированные исследования не показали достоверных различий в смертности (p = 0,95), пребывании в стационаре (p = 0,68) или тяжести заболевания на 15 день (p = 0,58) между пациентами, получавшими плазму, и пациентами, получающими стандартную медицинскую помощь [27]. Учитывая гиперкоагуляционный синдром у подавляющего числа пациентов в критическом состоянии, мы не использовали иммунизированную донорскую плазму, несмотря на популярность метода, хотя у пациентов в среднетяжелом состоянии вне ОРИТ она применялась в нашем госпитале достаточно широко.

У больных, требующих респираторной поддержки, получавших азитромицин и имеющих признаки бактериальной пневмонии первоначально использовалась эмпирическая комбинация цефоперазон/сульбактам + ванкомицин или линезолид. При поступлении в ОРИТ или переводе на ИВЛ проводился бактериологический анализ отделяемого из ТБД, при наличии катетеров – крови, мочи и с последующей целенаправленной антимикробной терапией по чувствительности микрофлоры. Наиболее частые схемы АБТ: цефоперазон/сульбактам + ванкомицин (линезолид) - 72%; тигацил + колистин - 21%; меронем + колистин – 7%. Внутригоспитальная инфекция отмечена у 16 пациентов (10,25%) при средних сроках нахождения в ОРИТ 14,5±5,1 суток.

Анализ летальных исходов. Летальность в ОРИТ составила 12,8%, из них мужчин – 9 , женщин - 11, хотя другие авторы показывают, что Covid-19 имеет более высокую мужскую летальность [28]. Большая часть смертельных исходов - у пациентов старческого (80+) возраста - 45%, и с избыточной массой тела -7 (36,8% от всех умерших, все женщины). Из них при неподтвержденной причине смерти от короновируса – пятеро, летальный исход связан с декомпенсацией хронических заболеваний (ХСН, ХОБЛ, ХПН).

Организационные работы в ОРИТ. Работа в «красной зоне» в 100% случаев в полном комплекте средств индивидуальной защиты (дыхательные фильтры не менее FFP-3 класса защиты, герметизирующие очки или маски, комбинезоны) позволили минимизировать контактное инфицирование медперсонала. В результате из 98 сотрудников 1 (1,02%) заболел в легкой форме (КТ-1), двое (2,04%) имели положительный анализ без клинических проявлений. Сортировка с участием реаниматологов на этапе приема позволила не перегружать ОРИТ госпитализацией «пограничных» больных и не ухудшать состояние критических пациентов ожиданием в машине «скорой помощи». Формирование инфекционных отделений по возрастанию тяжести состояния пациентов с последующей ротацией обеспечило рациональное распределение медперсонала по количеству при концентрации в одном отделении наиболее ориентированных в критических состояниях врачей и разделение потоков выздоравливающих с поступающими в тяжелом состоянии. Рациональным оказалось и создание дополнительных палат интенсивной терапии на базе хирургического отделения с работой в них реаниматологов, с проведением как неинвазивной вентиляции, так и ИВЛ по месту - при невозможности транспорта по состоянию пациента или занятости коек в ОРИТ. Осуществление постоянных консультаций реаниматологами в инфекционных отделениях при утяжелении состояния пациентов обеспечило своевременность перевода в ПИТ или ОРИТ. Проблема развития внутрибольничной инфекции при постоянной загруженности и невозможности использования боксов или тотальной обработки отделения реанимации решалась компоновкой пациентов в палатах по однородности микрофлоры, что позволило избежать большего количества септических осложнений и суперинфекции.

Заключение

Предполагаем, что в условиях работы госпиталя для больных с SARS-CoV-2, применение дифференцированного по тяжести состояния размещения пациентов в инфекционных отделениях с развертыванием не менее 20% от коечного фонда палат интенсивной терапии с возможностью проведения различных методов ИВЛ; участие реаниматологов на всех этапах лечения; использование современных методик купирования «цитокинового шторма», включая экстракорпоральные методы детоксикации и иммуносупрессивную терапию; стандарты «fast-track» при проведении и отлучении пациентов от ИВЛ; рациональные схемы антибактериальной терапии позволяют снизить летальность и улучшить результаты проведения интенсивной терапии.

***

1. Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, Liang WH, Ou CQ, He JX, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. N Engl J Med. 2020; 382(18):1708-1720. doi:10.1056/NEJMoa2002032
2. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China [published correction appears in Lancet. 2020 Jan 30;:]. Lancet. 2020;395(10223):497-506. doi:10.1016/S0140-6736(20)30183-5
3. Liu Y, Yang Y, Zhang C, Huang F, Wang F, Yuan J, et al. Clinical and biochemical indexes from 2019-nCoV infected patients linked to viral loads and lung injury. Sci China Life Sci. 2020 Mar;63(3):364-374. doi: 10.1007/s11427-020-1643-8.
4. Wunsch H, Linde-Zwirble WT, Angus DC, Hartman ME, Milbrandt EB, Kahn JM. The epidemiology of mechanical ventilation use in the United States. Crit Care Med. 2010 Oct;38(10):1947-53. doi: 10.1097/CCM.0b013e3181ef4460.
5. Cook TM, El-Boghdadly K, McGuire B, McNarry AF, Patel A, Higgs A. Consensus guidelines for managing the airway in patients with COVID-19: Guidelines from the Difficult Airway Society, the Association of Anaesthetists the Intensive Care Society, the Faculty of Intensive Care Medicine and the Royal College of Anaesthetists. Anaesthesia. 2020 Jun;75(6):785-799. doi: 10.1111/anae.15054.
6. McGrath BA, Wallace S, Goswamy J. Laryngeal oedema associated with COVID-19 complicating airway management. Anaesthesia. 2020 Jul;75(7):972. doi: 10.1111/anae.15092.
7. “COVID-19 guidance for anaesthesia and perioperative care providers”. World Federation of Societies of Anaesthesiologists. April 09, 2020. https://www.wfsahq.org/images/Guidance_on_COVID-19_and_anaesthesia.pdf (дата обращения 15.07.2020)
8. Ceccarelli M, Berretta M, Venanzi Rullo E, Nunnari G, Cacopardo B. Differences and similarities between Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS)-CoronaVirus (CoV) and SARS-CoV-2. Would a rose by another name smell as sweet? Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2020 Mar;24(5):2781-2783. doi: 10.26355/eurrev_202003_20551.
9. Xu XW, Wu XX, Jiang XG, Xu KJ, Ying LJ, Ma CL, et al. Clinical findings in a group of patients infected with the 2019 novel coronavirus (SARS-Cov-2) outside of Wuhan, China: retrospective case series. Version 2. BMJ. 2020 Feb 19;368:m606. doi: 10.1136/bmj.m606.
10. “Interim Clinical Guidance for Management of Patients with Confirmed Coronavirus Disease (COVID-19)”. Centers for Disease Control. June 30, 2020. https: //www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/clinical-guidance-management-patients.html (дата обращения 15.07.2020)
11. “Временные методические рекомендации: профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)”. Министерство Здравоохранения РФ. 03.06.2020. [11. “Interim guidelines: prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19)”. Ministry of Health of the Russian Federation.03/06/20 (in rus).] / https://static-0.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/050/584/original/ 03062020_%D0%9CR_COVID-19_v7.pdf
12. Ma J, Xia P, Zhou Y, Liu Z, Zhou X, Wang J, et al. Potential effect of blood purification therapy in reducing cytokine storm as a late complication of critically ill COVID-19. Clin Immunol. 2020 May; 214:108408. doi: 10.1016/j.clim.2020.108408.
13. Pan C, Xie JF, Qiu HB, Yang Y. Therapy of coronavirus disease 2019 induced acute respiratory distress syndrome is different from traditional acute respiratory distress syndrome. Zhonghua Shao Shang Za Zhi. 2020 May 20;36(5):330-333. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.cn 501120-20200407-00214.
14. Цитокиновая модуляция в кардиохирургии: серия случаев // Фундаментальная и клиническая медицина / Шукевич Д.Л., Радивилко А.С. Сардин Е.С., Корнелюк Р.А., Рубцов М.С., Матвеева В.Г., Григорьев Е.В. // Фундаментальная и клиническая медицина. -2018.- Т.3.-№4.-С. 51-59 [Shukevich D.L., Radivilko A.S., Sardin E.S., Kornelyuk R.A., Rubtsov M.S., Matveeva V.G., Grigoriev E.V. Cytokine

modulation in cardiac surgery: case series. Fundamental and clinical medicine. 2018; 3 (4): P 51–59. (In Russ.)] doi: 10.23946/2500-0764-2018-3-4-51-59.
15. Кудрявцев А.Н., Кулабухов В.В., Чижов А.Г. Выбор режима гемофильтрации при сепсисе // Общая реаниматология.- 2016. – Т.12, № 2. – С. 43-55 [Kudryavtsev A.N., Kulabukhov V.V., Chizhov A.G. The Selection Of Hemofiltration Regimen In Sepsis. General Reanimatology. 2016;12(2): 43-55. (In Russ.)] doi: 10.15360/1813-9779-2016-2-43-55.
16. Australia and New Zealand Extracorporeal Membrane Oxygenation (ANZ ECMO) Influenza Investigators, Davies A, Jones D, Bailey M, Beca J, Bellomo R, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for 2009 Influenza A(H1N1) Acute Respiratory Distress Syndrome. JAMA. 2009 Nov 4;302(17):1888-95. doi: 10.1001/jama.2009.1535.
17. Alshahrani MS, Sindi A, Alshamsi F, Al-Omari A, El Tahan M, Alahmadi B, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe Middle East respiratory syndrome coronavirus. Ann Intensive Care. 2018 Jan 10; 8(1): 3. doi: 10.1186/s13613-017-0350-x.
18. “Clinical management of COVID-19 interim guidance”. World Health Organization. May 27, 2020. https://www.who.int/publications/i/item/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-(ncov)-infection-is-suspected (дата обращения 15.07.2020)
19. Liu J., Zheng X., Tong Q., Li W., Wang B., Sutter K., et al. Overlapping and Discrete Aspects of the Pathology and Pathogenesis of the Emerging Human Pathogenic Coronaviruses SARS-CoV, MERS-CoV, and 2019-nCoV. Med Virol. 2020 May; 92(5): 491-494. doi: 10.1002/jmv.25709
20. Sinha P., Matthay M.A., Calfee C.S. Is a “Cytokine Storm” Relevant to COVID-19? JAMA Intern Med. Published online June 30, 2020. doi: 10.1001/jamainternmed.2020.3313.
21. Arabi YM, Alothman A, Balkhy HH, Al-Dawood A, AlJohani S, Al Harbi S, et al. Treatment of Middle East Respiratory Syndrome with a combination of lopinavir-ritonavir and interferon-β1b (MIRACLE trial): study protocol for a randomized controlled trial. Trials. 2018 Jan 30; 19(1): 81. doi: 10.1186/s13063-017-2427-0.
22. Cao B, Wang Y, Wen D, Liu W, Wang J, Fan G, et al. A Trial of Lopinavir-Ritonavir in Adults Hospitalized with Severe Covid-19. N Engl J Med. 2020 May 7; 382(19): 1787-1799. doi: 10.1056/NEJMoa2001282.
23. “An exploratory randomized controlled study on the efficacy and safety of lopinavir/ritonavir or arbidol treating adult patients hospitalized with mild/moderate COVID-19 (ELACOI)”. Yueping L, Zhiwei X, Weiyin L, Weiping C, Chunyan W, Yujuan G, et al. medRxiv. April 15, 2020. https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.03.19.20038984v2; doi: 10.1101/2020.03.19.20038984 (дата обращения 15.07.2020)
24. Duan K, Liu B, Li C, Zhang H, Yu T, Qu J, et al. Effectiveness of convalescent plasma therapy in severe COVID-19 patients. Proc Natl Acad Sci U S A. 2020 Apr 28;117(17):9490-9496. doi: 10.1073/pnas.2004168117.
25. Shen C, Wang Z, Zhao F, Yang Y, Li J, Yuan J, et al. Treatment of 5 Critically Ill Patients With COVID-19 With Convalescent Plasma. JAMA. 2020 Mar 27;323(16):1582–9. doi: 10.1001/jama.2020.4783.
26. Fischer JC, Zänker K, van Griensven M, Schneider M, Kindgen-Milles D, Knoefel WT, et al. The role of passive immunization in the age of SARS-CoV-2: an update. Version 2. Eur J Med Res. 2020 May 13;25(1):16. doi: 10.1186/s40001-020-00414-5.
27. Li L, Zhang W, Hu Y, Tong X, Zheng S, Yang J, et al. Effect of Convalescent Plasma Therapy on Time to Clinical Improvement in Patients With Severe and Life-threatening COVID-19: A Randomized Clinical Trial. JAMA. 2020 Jun 3:e 2010044. doi: 10.1001/jama.2020.10044.
28. Epidemiology Working Group for NCIP Epidemic Response, Chinese Center for Disease Control and Prevention. [The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) in China]. Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi. 2020 Feb 10;41(2):145-151. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.003.

Карпачев А.А., Солошенко А.В., Ярош А.Л., Шевченко Е.Г., Калашникова Н.О., Аль Мажмай Н.М., Адель М.Ф.

Качество жизни больных после хирургического лечения грыжи пищеводного отверстия диафрагмы

Белгородский государственный национальный исследовательский университет (Россия, Белгород)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-08
idsp: scienceconf-03-2021-08

Аннотация

На сегодняшний день лечение грыжи пищеводного отверстия диафрагмы является актуальной проблемой абдоминальной хирургии. Основным способом лечения грыжи пищеводного отверстия диафрагмы является хирургический, несмотря

на высокий риск развития осложнений и рецидивов. Возврат симптомов заболевания чаще возникает в сроки от 1 года до 3 лет после первичного вмешательства. Проведен ретроспективный анализ хирургического лечения и изучены результаты опроса по качеству жизни пациентов после видеолапароскопической задней крурорафии, фундопликации по Ниссену, лапаротомной задней крурорафии. Среди исследуемых больных – женщин было 19 (67,86%), мужчин – 9 (32,14%). Проанализированы жалобы, имеющиеся у пациентов до операции и в послеоперационном периоде. В послеоперационном периоде у 5 больных наблюдалась дисфагия. В отдаленные сроки пациенты предъявляли жалобы на боли в эпигастрии, изжогу, отрыжку. По поводу рецидива ГПОД были оперированы 2 больных. Показатели качества жизни у мужчин после превышали значения женщин: наименьшее ограничение физической активности, влияние боли, выше способность к самообслуживанию, сопротивляемость болезням, меньше вероятность возникновения депрессии и тревожных состояний. У женщин выше способность выполнять повседневную ролевую деятельность.

Ключевые слова: грыжа пищеводного отверстия, хирургическое лечение, качество жизни, фундопликация.

Abstract

Currently, treatment of hiatal hernia is an actual problem of abdominal surgery. The main method of treatment of hiatal hernia is surgical treatment, however there is high risk of complications and recurrences. Recurrence of symptoms of the disease often occurs between 1 year to 3 years after the primary intervention.Conducted retrospective analysis of results of surgical treatment of patients for the period 2014-2018 with estimation of results of the survey of quality of life of patients after laparoscopic posterior cruroraphy, laparoscopic Nissen fundoplication, laparotomy posterior cruroraphy. Among examined patients - there were 19 women (67.86%), 9 men (32,14%). We analyzed complaints of patients before surgery and in the postoperative period. In the postoperative period dysphagia was observed in 5 patients. In long term period, patients complained on pain in the epigastrium, heartburn, eructation. In case of recurrence of hiatal hernia two patients were operated. Quality of life indicators in men exceeded values of women: less limited physical activity, less effect of pain, higher self-service ability, higher resistance to diseases, less possibility of occurrence of depression and anxiety conditions.Women have a higher ability to perform everyday role-playing activities.

Keywords: hernia hiatal, surgical treatment, quality of life, fundoplication.

На сегодняшний день ГПОД является одним из самых распространенных заболеваний в гастроэнтерологии, занимая 3 место в структуре заболеваний органов пищеварения после язвенной и желчнокаменной болезней. ГПОД отнесено к 5 состояниям, ухудшающим качество жизни пациентов, поэтому является актуальной проблемой в абдоминальной. Консервативная терапия дает лишь временный эффект и приводит к увеличению количества хронических больных ГЭРБ и таких осложнений, как пептическая язва, кровотечение, пищевод Барретта.

Факторами риска развития ГПОД являются: слабость соединительно-тканных структур, укрепляющих пищевод в отверстии диафрагмы; повышение внутрибрюшного давления; тракция пищевода кверху при дискинезиях пищеварительного тракта и заболевания пищевода.

Основным способом лечения грыжи пищеводного отверстия диафрагмы (ГПОД) является хирургическая коррекция, вследствие рецидивирования заболевания после окончания приема препаратов и возможности возникновения осложнений в виде атрофии слизистой оболочки желудка на фоне приема блокаторов Н+ каналов. Оперативное лечение целесообразно использовать при неэффективности консервативной терапии, невозможности длительного медикаментозного лечения, развитии осложнений, сочетании ГПОД с другими заболеваниями брюшной полости, требующими хирургического вмешательства (желчнокаменная болезнь и др.), больших

размерах ГПОД в сочетании с дыхательной недостаточностью, нарушением сердечной деятельности. Однако помимо преимуществ данных операций отмечается высокое количество специфических осложнений, значительно снижающих качество жизни больных, таких как послеоперационная дисфагия и чувство переполнения желудка газом при невозможности отрыжки, так называемый синдром «gas bloat». По результатам исследования разных авторов, частота развития этих осложнений достигает 25—54% после операции Ниссена. Возврат симптомов заболевания чаще возникает в сроки от 1 года до 3 лет после первичного вмешательства. Появление большого количества оперативных методик коррекции при ГПОД так и не привело к выработке единой тактики хирургического лечения заболевания. Этим обусловлены неудовлетворительные результаты как в ближайшем, так и в отдаленном послеоперационном периоде.

Сведения литературных источников указывают на большую вероятность рецидивов грыж и ГЭРБ, до 42%, преимущественно после крурорафии. Вероятность рецидивов в результате пластики огромных и крупных смешанных и параэзофагеальных ГПОД остается высокой. Преобладающее число литературных источников показывает на то, что средняя частота анатомических рецидивов данных грыж составляет 25%, а у части авторов достигает до 42%. Ведущей задачей антирефлюксной хирургии желудочно-пищеводного перехода является осуществление повышения показателей качества жизни у таких пациентов.

Цель исследования. Изучить отдаленные результаты хирургического лечения и качество жизни у 28 пациентов от 1 года до 5 лет.

Материалы и методы исследования. Проведен ретроспективный анализ хирургического лечение 28 пациентов с грыжей пищеводного отверстия диафрагмы. Исследование качества жизни больных проводилось с помощью международного опросника общего здоровья Short Form Medical Outcomes Study (SF-36) (автор Ware J.E.,2000).

Результаты исследования и их обсуждение. Из 28 пациентов ГПОД I степени – 2 (7,14%) больных, ГПОД II степени – 16 (57,14%) и ГПОД III степени составляло 10 (35,72%) больных. Среди исследуемых больных – женщин было 19 (67,86%), мужчин – 9 (32,14%). Средний возраст исследуемых 55+-4 лет. По виду проведенного хирургического вмешательства, все пациенты были разделены на две группы – больные, после выполненной видеолапароскопической задней крурорафии (ВКР) и фундопликации по методике Ниссена (n=23, 82,15%), и больные после выполнения традиционной операции из лапаротомного доступа (ЛЗК-лапаротомная задняя крурорафия) и фундопликации по Ниссену (n=5, 17,85%) (табл.1).

Таблица 1

Распределение респондентов по характеру оперативного вмешательства

Показатель	Характер оперативного вмешательства	
	Видеолапарскопическая задняя крурорафия.	Задняя крурорафия из лапаротомного доступа
Количество пациентов, чел	23	5
Удельный вес пациентов, %	82,15	17,85
Средний возраст пациентов, лет	52±11,1	59±9,2
Медиана возраста пациентов, лет	56	61
Количество пациентов мужчин, чел	9	0
Удельный вес пациентов мужчин, %	39,13	0
Количество пациентов женщин, чел	14	5
Удельный вес пациентов женщин, %	60,87	100

При сборе анамнеза заболевания, выяснилось, что 16 пациентов (57,14%) получали консервативную терапию, которая оказалась неэффективной, 12 пациентов (42,86%) не проходили лечения у врача-гастроэнтерлога.

При обследовании пациентов: 2 (7,14%) больных предъявляли жалобы на боли в грудной клетке, иррадиирующие в челюсть, спину, а также чувство сердцебиения и перебоев в работе сердца. Наиболее часто встречающимися жалобами являлись изжога (64,3%), отрыжка воздухом (64,3%), боль в эпигастрии (53,6%), тяжесть в эпигастрии после приема пищи (42,8%), тошнота (35,7%). Реже пациенты жаловались на затрудненное глотание (7,14%), рвоту (7,14%); жалобы на икоту, вздутие живота, одышку, кашель, перебои в работе сердца озвучивал 1 больной (3,57%). Жалоб не предъявлял 1 пациент (3,57%) (табл.2).

Таблица 2

Частота и характер выявленных симптомов у респондентов

Характер симптомов	n	%
Изжога	18	64,3
Отрыжка, в том числе и кислым	18	64,3
Боль в эпигастрии	15	53,6
Тяжесть в эпигастрии после приема пищи	12	42,8
Тошнота	10	35,7
Рвота	2	7,14
Затруднение прохождения пищи по пищеводу	2	7,14
Икота	1	3,57
Вздутие живота	1	3,57
Внепищеводные проявления	1	3,57
Отсутствие жалоб	1	3,57

По результатам обследования, наиболее часто встречающейся формой грыжи пищеводного отверстия диафрагмы, являлась аксиальная грыжа – 25 больных (89,3%), параэзофагальный тип встречался в 3 случаях (10,7%). При этом выполнялись симультанные вмешательства по поводу желчнокаменной болезни у 7 (25%) больных, по поводу грыж передней брюшной стенки у 4 (14,3%) пациентов. По поводу рецидива ГПОД были оперированы 7,14 % (2) больных. Причинами операций являлись рецидив рефлюкс-эзофагита и рецидив грыжи.

Показаниями к выполнению операции были: неэффективность консервативной терапии в течение 12 нед у 16 больных (57,14%); наличие рецидива ГПОД – 2 пациента (7,14%); наличие параэзофагеальной диафрагмальной грыжи – 3 пациента (10,7%); сопутствующая хирургическая патология (желчнокаменная болезнь, вентральные грыжи) – 11 больных (39,2%); внепищеводные проявления гастро-эзофагеального рефлюкса (прежде всего бронхолегочных и кардиальных) – у 2 (7,14% от общего числа операций).

Летальных исходов после оперативного вмешательства не было. Дисфагия после операции была выявлена только у 17,85 % (5/28) больных после фундопликации по Ниссену. В ближайшем послеоперационном периоде у 5 (17,85%) больных наблюдалась дисфагия функционального характера, которая купировалась самостоятельно (n=2, 7,14%) и консервативно с помощью прокинетиков (n=3, 10,7%). В отдаленные сроки 13 (46,43%) пациентов предъявляли жалобы на периодические боли в эпигастрии, жалобы на изжогу сохранялись у 6 больных (21,4%), троих пациентов (10,7%) беспокоила отрыжка, у 2 пациентов зафиксировано рецидив ГПОД (7,14%). Пациенты указывают на то, что происходит ограничение стандартных физических нагрузок (71,8%): ходьба на небольшом расстоянии, поднятие небольших весов, наклоны и приседания. В ближайшем послеоперационном периоде у 5 (17,85%) больных наблюдалась дисфагия функционального характера, которая купировалась консервативно. В отдаленные сроки 13 (46,43%) пациентов предъявляли жалобы на периодические боли в эпигастрии, жалобы на изжогу сохранялись у 6 больных (21,4%),

троих пациентов (10,7%) беспокоила отрыжка, у 2 пациентов зафиксировано рецидив ГПОД (7,14%).

С целью изучения эффективности хирургического лечения в удаленном послеоперационном периоде, было проведено исследование качества жизни больных с помощью международного опросника общего здоровья Short Form Medical Outcomes Study (SF-36) (автор Ware J.E.,2000).

Результаты обработки опросника SF-36 оценивали по восьми шкалам, отражающим физическое и психическое благополучие респондентов. Каждая из шкал оценивается определенным количеством баллов (от 0 до 100), чем выше балл, тем более высокий показатель качества жизни.

Показатели качества жизни были подсчитаны отдельно для мужчин и женщин (жен (n=19, 67,86%) и муж (n=9, 32,14%)). Практически все показатели качества жизни мужчин (за исключением RP и RE), превышали значения КЖ женщин. Это значит, что у мужчин способность к самообслуживанию, ходьбе/подъёмам, переноске тяжестей, чувство полноты сил и энергии, сопротивляемость болезням, перспектива к лечению, выше, чем у женщин. Физическое состояние мужчин в меньшей степени ограничивает выполнение физических нагрузок, влияние боли на повседневную деятельность у мужчин, выражено менее, Показатели социального функционирования у обоих полов значительно выше средних. В случае психического здоровья, его состояние у мужчин выше, чем у женщин. Это говорит о том, что у мужчин физическое и эмоциональное состояние не ограничивает социальную активность, вероятность возникновения депрессии и тревожных состояний у мужчин ниже, чем у женщин. Но при этом, у женщин способность выполнять повседневную ролевую деятельность выше, чем у мужчин, а также в меньшей мере у женщин эмоциональное состояние влияет на выполнение работы и при этом с меньшими затратами времени и с более высоким качеством выполненной работы.

Также, все респонденты (28 чел.) были разделены на 3 возрастные группы: от 34 до 44 лет (n=8), от 45 до 55 лет (n=4), от 56 до 67 лет (n=16). С повышением возраста, показатели качества жизни снижаются (табл. 4).

Таблица 4

Показатели качества жизни по опроснику sf-36 в разрезе возрастных групп

Возраст, лет	PF_s	RP_s	BP_s	GH_s	VT_s	SF_s	RE_ s	MH_s
34-44	56,3	49,1	54,5	57,6	52,5	52,3	52,2	52,7
45-55	50,5	48,4	51,4	49,7	50,3	50,6	48,8	52,0
56-67	47,5	44,7	42,2	44,3	45,3	48,8	43,4	48,1

Наряду с делением респондентов по возрасту и полу, был проведен анализ качества жизни в зависимости от оперативного вмешательства: видеолапароскопическая задняя крурорафия и задняя крурорафия из лапаротомного доступа. Из данных, представленных на таблице 5 видно, что показатели первого, превышают показатели второго. Это значит, что качество жизни в результате ВКР, превышает КЖ при хирургическом лечении из лапаротомного доступа.

Таблица 5

Показатели качества жизни по опроснику SF-36 по виду хирургического лечения

Вид хирургического вмешательства	PF_s	RP_s	BP_s	GH_s	VT_s	SF_s	RE_ s	MH_s
Видеолапароско-пическая крурорафия	55,2	52,4	54,1	50,2	52,8	58,3	51,1	52,5
Крурорафия из лапаротомного доступа	46,4	48,7	50,2	42,6	45,3	52,1	49,4	50,7

Вывод. Грыжа пищеводного отверстия диафрагмы является состоянием, значительно ухудшающим качество жизни больных. Единственным эффективным способом лечения ГПОД, является хирургическая коррекция, но и в данном случае, риск возникновения осложнений и рецидивов остается высоким. Результаты исследования показали, что в послеоперационном периоде с повышением возраста показатели КЖ снижаются, у мужчин они несколько выше, чем у женщин.

***

1. Алиев С. А., Омаров О. И., Омаров И. М. 2013. Экспериментальное обоснование нового способа лечения аксиальной грыжи пищеводного отверстия диафрагмы // Вестник новых медицинских технологий. №1.
2. Родин А. Г., Базаев А. В., Никитенко А. И. 2012. Опыт оперативного лечения грыж пищеводного отверстия диафрагмы //СТМ;4:89-94.
3. Черкасов Д. М. Оригинальный способ хирургического лечения больших и гигантских грыж пищеводного отверстия диафрагмы //Клиническая и экспериментальная хирургия. – 2018. – Т. 6. – №. 2. 26-31.
4. Лищук Н.Б., Симаненков В.И., Тихонов С.В. 2017. Дифференцированная терапия «некислых» форм гастроэзофагеальной рефлюксной болезни. Терапевтический архив.;89(4):57-63.
5. Черкасов Д.М., Черкасов М.Ф., Старцев Ю.М. 2016. Современный подход к лечению осложненных грыж пищеводного отверстия диафрагмы. Эндоскопическая хирургия.;22(2):14-17.
6. Никитенко А.И., Родин А.Г., Овчинников В.А. 2012. Анализ результатов эндовидеохирургического лечения грыж пищеводного отверстия диафрагмы. Эндоскопическая хирургия;18(5):3-7.
7. Губергриц Н. Б., Лукашевич Г. М., Голубова О. А. 2012. Грыжи пищеводного отверстия диафрагмы: современные представления о патогенезе и лечении //Современная гастроэнтерология.;(3):105-113.
8. Черноусов А.Ф. 2012. Хирургическое лечение желчнокаменной болезни, сочетанной с грыжей пищеводного отверстия диафрагмы //Врач;(10)
9. Черноусов А.Ф., Хоробрых Т.В., Ветшев Ф.П. 2011. Повторные антирефлюксные операции. Вестник хирургической гастроэнтерологии.;3:4-15.
10. Галимов О.В., Ханов В.О., Мамадалиев Д.З., Сайфуллин Р.Р., Сагитдинов Р.Р. 2017. Креативная хирургия грыжи пищеводного отверстия диафрагмы. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.;(7):30-32
11. Опарин, А. Г., Опарин, А. А., Шаповалова, О. Е. ,Лаврова, Н. В. 2014. Особенности качества жизни больных гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью с сопутствующей железодефицитной анемией. // Научные ведомости БелГУ. Сер. Медицина. Фармация. №11(182), вып.26/1.-С. 74-77.
12. K. C. Sasse. 2019. Large Hiatal Hernia Repair with Urinary Bladder Matrix Graft Reinforcement and Concomitant Sleeve Gastrectomy //JSLS: Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons. Т. 23. – №. 1.
13. A. Lebenthal, S. D. Waterford, P.M. Fisichella. 2015. Treatment and controversies in paraesophageal hernia repair //Frontiers in surgery. Т. 2. – С. 13.
14. Herek Ozkan, Yildiran Nergül, A Surg. 2002. Massive hiatal hernia that mimics a congenital diaphragmatic hernia. An unusual presentation of hiatal hernia in childhood: report of a case Today;32(12):1072-4 Department of Pediatric Surgery, Faculty of Medicine, Pamukkale University, 20100 Denizli, Turkey.
15. A Sfara, D.L. Dumitrascu. 2019. The management of hiatal hernia: an update on diagnosis and treatment. Med Pharm Rep. Oct; 92(4):321-325. doi: 10.15386/mpr-1323.

Рубцов М.С., Гейзе А.В., Кожанова А.В., Чагирев В.Н., Плотников Г.П.

Интермиттирующая заместительная почечная терапия у кардиохирургических пациентов с нестабильной гемодинамикой

ФГБУ Национальный Медицинский исследовательский Центр хирургии им. А.В. Вишневского Министерства Здравоохранения РФ
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-09
idsp: scienceconf-03-2021-09

Аннотация

Цель. Сравнение эффективности и безопасности различных вариантов он-лайн гемодиафильтрации с позиции воздействия на гемодинамику и системный воспалительный ответ у кардиохирургических пациентов в критическом состоянии. Материалы и методы. Проспективное рандомизированное методом конвертов

исследование 90 пациентов после кардиохирургических операций в условиях искусственного кровообращения, с нестабильной гемодинамикой и полиорганной недостаточностью, с острым повреждением почек, потребовавших заместительной почечной терапии. Проводилась интермиттирующая он-лайн гемодиафильтрация в 3 группах: 1-я - с использованием изоосмолярного диализата и диализатора из модифицированного полисульфона FX800; 2 -я - с гиперосмолярным холодным диализатом и диализатором из модифицированного полисульфона FX800; 3-я - с изоосмолярным диализатом и диализатором на основе полиметилметакрилата Toray BK-2.1U. Проведена оценка параметров центральной гемодинамики, включая индекс внесосудистой воды легких, частота применения инфузионного болюса и повышения дозировок кардиотонических и вазопрессорных препаратов, достижения целевых значений заместительной почечной терапии, сывороточных концентраций маркеров системной воспалительной реакции – интралейкины -6,-8,-10, sTrem-1, прокальцитонина. Результаты. В группах с гиперсомолярным холодным диализатом и с изосмолярным, но на полиметилметакрилатовом диализаторе показана гемодинамическая стабильность относительно стандартного режима в 1-й группе. Через час после окончания он-лайн гемодиафильтрации в 3 группе значимое снижение провоспалительных факторов и прокальцитонина в сравнении с группой, где использовался диализатор на полисульфоне. Различия сохранились в течение суток после окончания процедуры, однако, величины противовоспалительного интралейкина-10 сопоставимы. Максимальное снижение индекса внесосудистой воды легких после процедуры также отмечено в группе с использованием гемодиафильтра на основе полиметилметакрилата. Заключение: Применение гиперосмолярного холодного диализата в сочетании с диализаторами на основе полисульфона позволяет обеспечить лучшую гемодинамическую стабильность по сравнению со стандартным диализатом, а также уменьшить выраженность легочной дисгидрии. С позиции снижения системной воспалительной реакции отмечены преимущества при применении диализаторов на основе полиметилметакрилата. Использование гемодиафильтров на основе полиметилметакрилата позволяло полноценно достичь необходимых клинических эффектов во время интермиттирующей заместительной почечной терапии у гемодинамически нестабильных пациентов с полиорганной недостаточностью.

Введение. Острое повреждение почек (ОПП), требующее проведения заместительной почечной терапии (ЗПТ), встречается примерно у 15% пациентов отделений интенсивной терапии. Интрадиализная гипотензия (ИГ), является частым нежелательным осложнением, возникающим во время сеансов ЗПТ у пациентов в критическом состоянии, и связанна с более высокой внутрибольничной летальностью [1]. Адаптация стандартного оборудования для интермиттирующего гемодиализа (ИГД) в пользу использования более низких потоков крови и диализата привело к появлению так называемых гибридных методик. Снижалась эффективность и увеличивалась продолжительность процедуры, однако это позволяло использовать данную технику у гемодинамически нестабильных пациентов [2]

На вероятность возникновения ИГ также влияет выбор гемодиафильтра. Гемодиафильтры на основе синтетических материалов полиакрилонитрила, полисульфона и полиметилметакрилата (ПММА) являются наиболее часто используемыми, имеют высокий коэффициент ультрафильтрации (более 20 мл/ч/мм.рт.ст.) и высокую диффузионную и конвективную производительность, обладая высокой проницаемостью для метаболитов средней молекулярной массы и способны за счет адсорбции связывать на своей поверхности цитокины и эндотоксин [3, 4]. Гемофильтры на основе ПММА очень эффективны в лечении тяжелого сепсиса и септического шока даже у септических пациентов без почечной дисфункции [4]. Адсорбционные характеристики во многом определяют и биосовместимость. Кроме

того, адсорбция является третьим основным механизмом удаления токсических субстанций и воспалительных цитокинов [5]. Немаловажным фактором в обеспечении гемодинамичемкой стабильности во время ИЗПТ является охлаждение диализата (34-35° С) [6], улучшаещее толерантность к ИЗПТ пациентов с гипотонией, способствуя увеличению ультрафильтрации при сохранении гемодинамической стабильности [7]. Известен также метод комбинации охлаждения с профилированием концентрации натрия в диализате, как мера, смягчающая гипотензию по сравнению со стандартной методикой [8]. Эффективность применения различных методов, сводящих к минимуму вероятность ИГ, преимущественно изучалась на пациентах при хроническом ИГД.

Целью исследования является сравнение эффективности и безопасности различных вариантов ИЗПТ (стандартный диализирующий раствор, гиперосмолярный градиентный по уровню натрия раствор, а также использования диализаторов на основе полиметилметакрилата) с позиции воздействия на гемодинамику и системный воспалительный ответ у кардиохирургических пациентов в критическом состоянии.

Материал и методы. Проспективное рандомизированное исследование 90 пациентов, последовательно поступавших с полиорганной недостаточностью (ПОН) после кардиохирургических операций в условиях искусственного кровообращения, с острым повреждением почек (критерии KDIGO [9]), потребовавших заместительной почечной терапии. Рандомизация методом конвертов на 3 группы:

— 1 группа, n=30 – гемодиафильтрация (ГДФ) онлайн с использованием изоосмолярного диализата (Na – 140 ммоль/л, t-370С) и диализатора из модифицированного полисульфона FX800 (Fresenius Medical Care, Германия).
— 2 группа, n=30 – ГДФ онлайн с использованием гиперосмолярного холодного диализата (Na – 150 ммоль/л со ступенчатым снижением на 2-3 ммоль/час до 140 ммоль/л, t-34^{0}С) и аналогичного диализатора FX800 (Fresenius Medical Care, Германия)
— 3 группа, n=30 - ГДФ онлайн с использованием изоосмолярного диализата (Na – 140 ммоль/л, t-37^{0}С) и диализатора на основе ПММА BK-2.1U (Toray Medical Co. Ltd., Токио, Япония). Все пациенты находились на искусственной вентиляции легких (ИВЛ), группы сопоставимы по основным клинико-антропометрическим данным (табл. 1), хотя во 2-й группе незначимо преобладали пациенты с оперативным вмешательством по поводу ИБС, а в 3-й группе меньше пациентов с исходно нормальной фракцией изгнания. Критерии исключения: пациенты без развития острого почечного повреждения и ПОН в послеоперационном периоде.

Таблица 1

Клинико-антропометрические данные в группах, M±σ

Параметры	Значения		
	1 группа, n=30	2 группа, n=30	3 группа, n=30
Мужчины, n (%)	23 (76,7)	21 (70)	19 (63,3)
Женщины, n (%)	7 (23,3)	9 (30)	11 (36,7)
Возраст, годы (M±σ)	52±14,3	54,3±10,5	57,1±15,7
Вес, кг (M±σ)	82,63±15,72	79,8±16,6	84,5±14,7
Площадь тела, м^2	1,94±0,19	1,92±0,25	1,88±0,29
ИБС, n (%)	17 (56,7)	21 (70)	16 (53,3)
Из них НК (NYHA): 2	6 (35,3)	6 (28,5)	6 (37,5)
3	11 (64,7)	15 (71,4)	10 (62,5)
Из них ФИ, n (%:) >55-65%	6 (35,3)	5 (23,8)	3 (18,75)
42-55%	6 (35,3)	8 (38,1)	8 (50)
<42%	5 (29,4)	8 (38,1)	5 (31,25)
ППС, n (%)	13 (43,3)	9 (30)	14 (46,7)
Из них ФК, n (%) 2	6 (46,2)	5 (55,6)	8 (57,1)

3	7 (53,8)	4 (44,4)	6 (42,9)
Длительность ИК, мин	87,9±21,25	95,5±22,8	92,9±18,4
Интраопер. кровопотеря, мл	625±75	650±70	665±85
SOFA, баллы	12,5±3,5	12,9±3,3	11,9±2,5
ВАБК, n (%)	11 (36,6)	8 (26,7)	10 (33,3)
ЭКМО, n (%)	7 (23,3)	6 (20)	8 (26,6)
Кардиотоники, n (%): 1	30 (100)	30 (100)	30 (100)
2	27 (90)	26 (86,7)	28 (93,3)
Взопрессоры, n (%)	24 (80)	26 (86,7)	25 (83,3)

Примечание: По каждому из параметров при межгрупповом сравнении относительных значений p>0,05. 1 группа – изоосмолярный диализат + полисульфоновый диализатор. 2 группа – гиперосмолярный холодный диализат + полисульфоновый диализатор. 3 группа – изоосмолярный диализат +полиметилметакрилатовый диализатор. ИБС – ишемическая болезнь сердца. НК – недостаточность кровообращения (классификация New York Heart Association). ФИ – фракция изгнания. ППС – приобретенные пороки серца. ФК – функциональный класс. SOFA – шкала органной дисфункции (Sequential Organ Failure Assessment). ВАБК – внутриаортальная баллонная контрпульсация. ЭКМО – экстракорпоральная мембранная оксигенация.

Гепаринизация под контролем АСТ – 180-200 сек. Во всех случаях контроль веса. Кровоток – 200-250 мл/мин. Диализный поток – 500 мл/мин. Автоматический расчет подачи субституата в постдилюции (в среднем 68 мл/мин – 49 мл/кг/час) . Kt/V – 1,0-1,2 в режиме аппаратного мониторинга доставленной дозы. Объем ультрафильтрации определялся индивидуально в зависимости от жидкостного баланса и показателей гемодинамики, в среднем – 30 мл/кг за сеанс. Мониторинг гемодинамики: инвазивное АД, катетер Сван-Ганца (Arrow International Inc., США), монитор PiCCO Plus (Pulsion, Германия). Сравнивались параметры гемодинамики, включая индекс внесосудистой воды легких (ИВСВЛ), частота применение инфузионного болюса и повышения дозировок кардиотонических и вазопрессорных препаратов, достижения целевых значений заместительной почечной терапии и изменения маркеров системной воспалительной реакции через 1 и 24 часа после процедуры. Оценка значимости различий изучаемых распределений проводилась по критерию Шапиро-Уилка, сравнение данных - непараметрическим методом с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Результаты. При межгрупповом сравнении относительных значений ИЗПТ с профилированным холодным диализатом или с использованием диализатора на основе полиметилметакрилата продемонстрировала отсутствие необходимости повышения базовых дозировок кардиотонической поддержки и вазопрессорных препаратов для поддержания адекватного перфузионного артериального давления при минимальных случаях нарушений ритма (фибрилляции предсердий). Частота потребности в инфузионном болюсе и его объем так же значимо ниже во 2 и 3 группах. Целевая ультрафильтрация и достижение расчетного клиренса (Kt/V) при сопоставимых длительности ГДФ и числе необходимых сеансов в принципе достигались во всех случаях, исключая двух досрочных прекращений процедуры в 1 группе в связи с нестабильной гемодинамикой у пациентов. Гидратация легких по ИВСВЛ в течение сеанса ИЗПТ значимо лучше только в группе с использованием ПММА (табл. 2).

Таблица 2

Результаты сравниваемых параметров в исследуемых группах

Показатель	1 группа n=30	2 группа n=30	3 группа n=30
Снижение систолического АД более 30%, n (%)	12 (40)*	4 (13,3)	1 (3.3)
Необходимость инфузионного болюса, n (%)	12 (40)*	4 (13,3)	1 (3,3)
Подключение/увеличение Норадреналина, n (%)	9 (30)*	1 (3,3)	0

Повышение дозы кардиотоников, n (%)	5 (16,7)*	0	0
Гемодинамически значимые аритмии, n (%)	3 (10)*	1 (3,3)	0
Достижения целевой УФ, n (%)	27 (90)	30 (100)	30 (100)
Достижение предписанного Kt/V, n (%)	26 (86,7)	30 (100)	30 (100)
Досрочное прекращение процедуры, n (%)	4 (13,3)	0	0
Средняя продолжительность, ч (min-max)	5,5 (1,1-7,9)	4,7 (4,1-5,3)	4,1 (3,9-4,4)
Среднее количество сеансов, (min-max)	4,2 (2-8)	3,7 (2-7)	3,1 (1-5)
Снижение ИВСВЛ в течение процедуры	24%	39%	36%*

*Примечание. * - p<0,05. 1 группа – изоосмолярный диализат+полисульфоновый диализатор. 2 группа – гиперосмолярный холодный диализат+полисульфоновый диализатор. 3 группа – изоосмолярный диализат+полиметилметакрилатовый диализатор. АД – артериальной давление. ФП – фибрилляция предсердий. УФ – ультрафильтрация. ИВСВЛ – индекс внесосудистой воды в легких.*

Сравнение изменений маркеров системной воспалительной реакции проведено только между 1 и 3 группами с изоосмолярным нормотермическим диализатом, так как применение гипотермичного раствора во 2-й группе могло оказать влияние на их значения. Через час после окончания ГДФ в группе с ПММА по всем критериям отмечено значимое снижение провоспалительных факторов и прокальцитонина в сравнении с группой, где использовался диализатор на полисульфоне. Различия сохранились в течение суток после окончания процедуры, но величины противовоспалительного интралейкина-10 сопоставимы (табл. 3).

Таблица 3

Маркеры системного воспаления на этапах исследования

		1 группа, n=30			**3 группа,** n=30			**p**
		Me	**Q1**	**IQR**	**Me**	**Q1**	**Q3**	
IL-6	**1 ч**	160,04	122,92	58,96	89,32	31,52	96,04	0,001
	24 ч	166,12	111,35	130,2	42,78	17,96	112,17	0,001
IL-10	**1 ч**	232,84	214,19	119,09	459,05	308,54	478,92	0,001
	24 ч	14,15	8,18	8,7	11,08	9,96	14,2	**0,197**
IL-8	**1 ч**	18,34	11,56	20,72	9,55	8,95	11,52	0,001
	24 ч	12,15	9,88	7,88	9,02	7,94	10,37	0,001
sTrem-1	**1 ч**	210,16	59,14	440,71	57,19	38,18	69,66	0,001
	24 ч	111,37	64,81	365,41	69,62	38,54	78,28	0,001
PCT	**1 ч**	10,11	8,19	14,17	3,08	0,455	7,84	0,001
	24 ч	15,21	9,76	9,63	3,955	2,36	8,24	0,001

Примечание. 1 группа – изоосмолярный диализат+полисульфоновый диализатор. 2 группа – гиперосмолярный холодный диализат+полисульфоновый диализатор. 3 группа – изоосмолярный диализат+полиметилметакрилатовый диализатор. IL-6 (пг/мл) – интралейкин-6. IL-10(пг/мл) – интралейкин-10. IL-8(пг/мл) -интралейкин-8. sTrem-1(пг/мл) - растворимая форма триггерного рецептора миелоидных клеток-1 (Soluble triggering receptor expressed on myeloid cells 1). PCT (нг/мл)– прокальцитонин.

Обсуждение. В соответствии с рекомендациями K/DOQI для пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями на диализе, интрадиализная гипотензия - это падение систолического артериального давления ≥20 мм рт.ст. от исходного уровня или снижение среднего артериального давления на 10 мм рт.ст., сопровождающееся характерными клиническими проявлениями, и требующее терапевтического вмешательства [10]. Симптомы включают в себя: внезапные головные боли, головокружение, потеря сознания, жажда, одышка, стенокардия, мышечные судороги. Нормальная физиологическая реакция на гиповолемию, состоящая из увеличения частоты сердечных сокращений, увеличении периферического сосудистого сопротивления и сократимости миокарда, может быть недостаточной. У пациентов с систолической или диастолической дисфункцией левого желудочка, в связи с этим чаще развивается ИГ [11], в отличии от здоровых, которые могут спокойно переносить

потерю 20% объема циркулирующей крови [12]. Кроме того, гипотензия может быть следствием низкого тонуса артериол и снижения сократительной функции левого желудочка. И сосудистый тонус и сократительная функция левого желудочка, как представляется, может ухудшаться непосредственно из-за самой процедуры гемодиализа [13]. Пониженный тонус артериол может привести к нарушению физиологического увеличения системного сосудистого сопротивления при гиповолемии. Уменьшение пассивного и активного сужения венул и вен, которые играют важную роль при формировании централизации кровообращения во время гиповолемии, снижает венозный возврат к сердцу [14]. Обсуждались разные причины пониженной реакционной способности сосудистого тонуса, такие как индукция цитокинов, биосовместимость диализной мембраны, использование ацетата в качестве буфера диализирующего раствора, увеличение производства окиси азота или недостаточная продукция эндогенного вазопрессина во время ультрафильтрации. В связи с этим существуют различные стратегии профилактики и терапии ИГ, основанные на влиянии на один или несколько из этих патогенетических факторов.

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что продлевая время диализа можно уменьшить частоту эпизодов ИГ. Отмечалось, что снижение скорости ультрафильтрации и увеличение длительности процедуры сопровождается менее выраженной гипотензией у больных с нарушенной функции сердца за счет более постепенного уменьшения объема циркулирующей крови [11].

Различные рандомизированные исследований показали, что диализ с охлажденным диализатом (в большинстве исследований 35°С) был связан с лучшей реакцией повышения общего периферического сопротивления сосудов и сократительной способности миокарда по сравнению с диализатом с температурой 37-37.5 ° С, что снижало частоту ИГ [11]. Охлажденный диализат и профилирование натрия в равной степени эффективны в предотвращении ИГ, также как и использование альфа-1 агонистов. Использование охлажденного диализата является эффективными в предотвращении ИГ без клинически значимых побочных эффектов, для уменьшения побочных эффектов, таких как дрожь, рекомендуется уменьшать температуру диализата от 36,5° С, но не менее 35° С [11].

Неоднократно сообщалось о снижении ИГ во время конвективной терапии по сравнению со стандартным гемодиализом. С помощью гемофильтрации (ГФ) можно эффективно удалять медиаторы из плазмы, добиться снижения выраженности воспалительной реакции, сократить пребывание в стационаре, и лучше стабилизировать гемодинамику по сравнению с другими методами [15]. Изучение влияния элиминации медиаторов воспаления с помощью эфферентных методов стало одним из перспективных научных направлений из-за снижения выраженности клинических эффектов системного воспаления и предотвращения развития ПОН при лечении критических состояний [15]. Удалением медиаторов воспаления, снижением их концентрации, поддерживается тем самым баланс между провоспалительными и противовоспалительными системами, что на ранней стадии развития ПОН может уменьшить или остановить высвобождение цитокинов тем самым стабилизировать гемодинамику и улучшить прогноз. В настоящее время внимание обращено на новые мембраны, которые могут лучше удалять большое количество медиаторов в более широком спектре [16]. Гемофильтры на основе ПММА имеют больший потенциал адсорбировать медиаторы до 65кДа [17]. В исследованиях на больных с септическим шоком отмечается, что использование мембраны из ПММА было связано с улучшением гемодинамики и со снижением частоты развития ПОН [18]. В зависимости от своего состава мембраны приобретают различные адсорбционные свойства и способны удалять молекулы с большей молекулярной массой, чем их собственная точка отсечки [19]. Это свойство особенно привлекательно при масштабности молекул про- и противовоспалительных медиаторов от 0,5 до 60 кДа. Некоторые исследования показывают превосходство мембран из полиакрилонитрила над мембранами из полисульфона, что объясняется более эффективным поглощением медиаторов

воспаления [20]. Наше исследование так же демонстрирует положительные моменты применения диализаторов на основе ПММА с позиции абортирования системного воспаления (рис.1.)

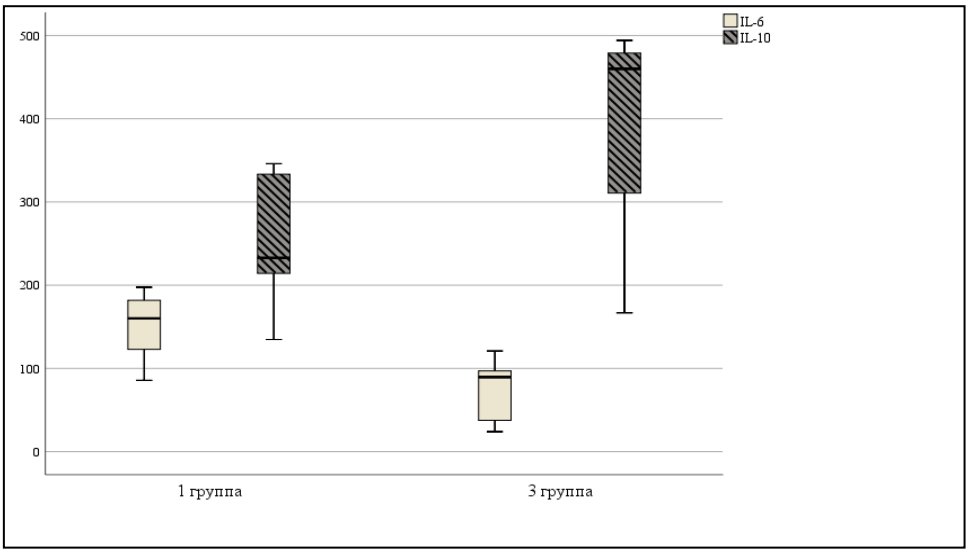


Рисунок 1. Медиаторы системного воспаления в группах через 1 и 24 часа после окончания процедуры гемодиафильтрации

Примечание. 1 группа – изоосмолярный диализат + полисульфоновый диализатор. 3 группа – изоосмолярный диализат + полиметилметакрилатовый диализатор. IL-6 (пг/мл) – провоспалительный интралейкин-6. IL-10 (пг/мл) – противовоспалительный интралейкин-10.

Также после клинических исследований ОПН у взрослых обратили внимание на биосовместимость диализной мембраны в качестве возможного фактора, влияющего на заболеваемость и смертность пациентов. Биосовместимость диализных мембран может быть определена, как сумма специфических взаимодействий между кровью и диализными мембранами. Эти взаимодействия включают, например, активацию комплемента, активацию тромбоцитов, моноцитов и активацию нейтрофилов в течение процедур ЗПТ [21]. Выбор мембраны влияет на клинический исход у разных категорий пациентов, в том числе на частоту острых ИГ и анафилактоидных реакций. На сегодняшний день необходимо максимально использовать возможности высоко биосовместимых адсорбционных мембран, так как процесс адсорбции начинает играть ключевую роль в лечении системных воспалительных состояний, и это является очень перспективным терапевтическим направлением.

Заключение. Применение гиперосмолярного холодного диализата в сочетании с диализаторами на основе полисульфона, как и нормотермического диализата в сочетании с диализатором на основе полиметилметакрилата, позволяют обеспечить лучшую гемодинамическую стабильность и уменьшить выраженность легочной дисгидрии по сравнению со стандартной процедурой интермиттирующей заместительной почечной терапии с нормотермическим изоосмолярным диализатом на полисульфоновой мембране. Лучшие результаты, с позиции не только гемогидродинамического статуса, но и снижения системной воспалительной реакции, демонстрирует изотермическая нормоосмолярная он-лайн гемодиафильтрация при применении диализаторов на основе ПММА, что, предположительно, позволяет сделать процедуру ИЗПТ более безопасной при известной экономической выгоде по сравнению с продленными методами.

***

1. Douvris A , Zeid K, Hiremath S, Bagshaw S.M, Wald R, Beaubien-Souligny W, Kong J, Ronco C, Clark E.G. Mechanisms for hemodynamic instability related to renal replacement therapy: a narrative review.

Intensive Care Med. 2019 Oct;45(10):1333-1346. PMID: 31407042. PMCID: PMC6773820. DOI: 10.1007/s00134-019-05707-w

2. Wu V.C, Wang C.H, Wang W.J, Lin Y.F, Hu F.C, Chen Y.W, Chen Y.S, Wu M.S, Lin Y.H, Kuo C.C, Huang T.M, Chen Y.M, Tsai P.R, Ko W.J, Wu K.D. NSARF Study Group. Sustained low-efficiency dialysis versus continuous veno-venous hemofiltration for postsurgical acute renal failure. Am J Surg. 2010; 199 :466–476. PMID: 19375065. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2009.01.007
3. Hirasawa H, Oda S, Nakamura M, Watanabe E, Shiga H, Matsuda K. Continuous hemodiafiltration with a cytokine-adsorbing hemofilter for sepsis. Blood Purif. 2012; 34(2):164-70. PMID: 23095416. DOI: 10.1159 / 000342379
4. Hirasawa H. Indications for blood purification in critical care. Contrib Nephrol 166: 21–30, 2010. PMID: 20472988. DOI: 10.1159 / 000314847
5. Yamashita A.C, Tomisawa N. Which solute removal mechanism dominates over others in dialyzers for continuous renal replacement therapy? Hemodial Int. 2010 Oct;14 Suppl 1:S7-13. PMID: 21040419. DOI: 10.1111 / j.1542-4758.2010.00484.x
6. Toth-Manikowski S.M, Sozio S.M. Cooling dialysate during in-center hemodialysis: Beneficial and deleterious effects. World J Nephrol. 2016 Mar 6; 5(2):166-71. PMID: 26981441. PMCID: PMC4777788. DOI: 10.5527 / wjn.v5.i2.166
7. Selby N.M, McIntyre C.W. A systematic review of the clinical effects of reducing dialysate fluid temperature. Nephrol Dial Transplant. 2006 Jul; 21(7):1883-98. Epub 2006 Apr 6. PMID: 16601075. DOI: 10.1093 / ndt / gfl126
8. Dheenan S, Henrich W.L. Preventing dialysis hypotension: a comparison of usual protective maneuvers. Kidney Int. 2001 Mar; 59(3):1175-81. PMID: 11231376. DOI: 10.1046 / j.1523-1755.2001.0590031175.x
9. Chawla L. S., Bellomo R., Bihorac A., Goldstein S. L., Siew, Bagshaw S. M., Bittleman D, Cruz D, Endre Z, Fitzgerald R.L, Forni L, Kane-Gill S.L, Hoste E, Koyner J, Liu K.D, Macedo E, Mehta R, Murray P, Nadim M, Ostermann M, Palevsky P.M, Pannu N, Rosner M, Wald R, Zarbock A, Ronco C, Kellum J.A; Acute Disease Quality Initiative Workgroup 16. Acute kidney disease and renal recovery: consensus report of the Acute Disease Quality Initiative (ADQI) 16 Workgroup. Nat. Rev. Nephrol. 13 241–257. 10.1038/nrneph.2017.2. PMID: 28239173. DOI: 10.1038 / nrneph.2017.2
10. National Kidney Foundation K/DOQI clinical practice guidelines for cardiovascular disease in dialysis patients. Am J Kidney Dis. 2005; 45(4 Suppl 3):S1–S153. PMID: 15806502
11. Tattersall J, Martin-Malo A, Pedrini L, Basci A, Canaud B, Fouque D, Konner K, Martin-Malo A, Pedrini L, Tattersall J, Tordoir J, Vennegoor M, Wanner C, Wee P, Vanholder R. EBPG guideline on haemodynamic instability. Nephrol Dial Transplant. 2007;22 Suppl 2:ii22–ii44 doi: 10,1093 / NDT / gfm019. PMID: 17507425. DOI: 10.1093 / ndt / gfm019
12. Meinke L, Lighthall G.K. Fluid management in hospitalized patients. Compr Ther 2005; 31: 209–223. PMID: 16110129 DOI: 10.1385 / comp: 31: 3: 209
13. Nette R.W, van den Dorpel M.A, Krepel H.P, Ie E.H, van den Meiracker A.H, Poldermans D, Weimar W, Zietse R. Hypotension during hemodialysis results from an impairment of arteriolar tone and left ventricular function. Clin Nephrol. 2005 Apr;63(4):276-83. PMID: 15847254. DOI: 10.5414/cnp63276
14. Daugirdas J.T. Pathophysiology of dialysis hypotension: an update. Am J Kidney Dis. 2001 Oct;38(4 Suppl 4):S11-7. PMID: 11602456. DOI: 10.1053 / ajkd.2001.28090
15. Hongliang T, Rong Z, Xiaojing W, Rao S, Lun L, Jinhui T, Nong C, Kehu Y. The Effects of Continuous Blood Purification for SIRS/MODS Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. ISRN Hematol. 2012;2012:986795. PMID: 23056956. PMCID: PMC3463946. DOI: 10.5402/2012/986795
16. Honore P.M, Jacobs R, Joannes-Boyau O, De Regt J, De Waele E, van Gorp V, Boer W, Verfaillie L, Spapen H.D. Newly designed CRRT membranes for sepsis and SIRS -a pragmatic approach for bedside intensivists summarizing the more recent advances: a systematic structured review. ASAIO J. 2013 Mar-Apr;59(2):99-106. PMID: 23438770. DOI: 10.1097/MAT.0b013e3182816a75
17. Nakada TA, Oda S, Matsuda K, Sadahiro T, Nakamura M, Abe R, Hirasawa H. Continuous hemodiafiltration with PMMA Hemofilter in the treatment of patients with septic shock. Mol Med 14: 257–263, 2008. PMID: 18327291. PMCID: PMC2263139. DOI: 10.2119/2007-00108.Nakada
18. Nakamura M, Oda S, Sadahiro T, Hirayama Y, Watanabe E, Tateishi Y, Nakada T.A, Hirasawa H. Treatment of severe sepsis and septic shock by CHDF using a PMMA membrane hemofilter as a cytokine modulator. Contrib Nephrol 166: 73–82, 2010. PMID: 20472994. DOI: 10.1159/000314855
19. Abe T, Kato K, Fujioka T, Akizawa T. The blood compatibilities of blood purification membranes and other materials developed in Japan. Int J Biomater. 2011; 2011:375390. PMID: 21969830. PMCID: PMC3182377. DOI: 10.1155/2011/375390
20. Rogiers P, Zhang H, Pauwels D, Vincent J.L. Comparison of polyacrylonitrile (AN69) and polysulphone membrane during hemofiltration in canine endotoxic shock. Crit Care Med. 2003 Apr;31(4):1219-25. PMID: 12682496. DOI: 10.1097/01.CCM.0000060446.45080.C6
21. Takemoto Y, Naganuma T, Yoshimura R. Biocompatibility of the dialysis membrane Contrib Nephrol. 2011;168:139-45. PMID: 20938134. DOI: 10.1159/000321753

Сапожников В.Г., Балко О.А.

Конституциональные особенности течения: helicobacter pylori-ассоциированный хронический гастродуоденит у детей

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
(Россия, Тула)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-10
idsp: scienceconf-03-2021-10

Аннотация

Выявлены некоторые конституциональные особенности течения хронического HP-ассоциированного гастродуоденита у детей, в частности большая подверженность детей-астеников функциональным нарушениям эзофаго-гастральной зоны ($p \leq 0,05$). Отмечена стойкая тенденция к более легкому клиническому течению хронического гастродуоденита у детей-астеников (развитие поверхностного гастродуоденита) в сравнении с нормостениками (гипертрофический и эрозивный гастродуоденит) ($p < 0,05$). Гиперстеники подвержены развитию поражений пищевода в виде эзофагита ($p < 0,05$).

Ключевые слова: типы конституции, хронический гастродуоденит, Helicobacter pylori.

Abstract

The somatotype features of the course of chronic HP-associated gastroduodenitis in children in particular big susceptibility of asthenics to functional violations of an esophagogastric zone ($p \leq 0.05$) was found. There is a persistent trend towards a lighter clinical flow of chronic gastroduodenitis in asthenics (development of superficial gastroduodenitis) compared to normosthenics (hypertrophic and erosive gastroduodenitis) ($p < 0.05$). Hypersthenics are susceptible to esophageal lesions in the form of esophagitis ($p < 0.05$).

Key words: somatotypes, chronic gastroduodenit, Helicobacter pylori.

Параметры жизнедеятельности организма человека имеют определенную конституциональную обусловленность на разных уровнях [1]. А в развитии хронического гастродуоденита наследственный и конституциональный факторы являются превалирующими [2]. Так, считается, что астеники чаще подвергаются заболеваниям желудочно-кишечного тракта в частности имеют риск развития язвы желудка. А гиперстеники подвержены развитию болезней желчного пузыря [3, 4].

Поскольку пищеварительная система непосредственно контактирует с внешней средой и является составной частью единой гомеостатической системы организма, можно сделать вывод о наличие определенных конституциональных особенностей ее строения и функционирования [3]. Более того, данные особенности возможно подтвердить, применяя некоторые функциональные и лабораторные методики.

Так, при рентгенологическом исследовании желудка четко выделяют три формы желудка, соответствующие трем типам конституции: форма рога – для гиперстеника, форма чулка – для астеника, форма крючка – для нормостеника [2, 4, 5]. УЗИ органов брюшной полости в стандартном исполнении не дает необходимой информации о конституциональных особенностях пищеварительного тракта, однако в работах Сапожникова В. Г. [6] разработан и внедрен в практику метод акустического контрастирования желудочно-кишечного тракта 5 %-ным раствором глюкозы и оценка эвакуаторной функции желудка у детей эхографическим способом на основе определения типов конституции. Косвенные данные можно получить и при выполнении ФГДС, поскольку величина угла кардиальной вырезки может колебаться в зависимости от типа телосложения от 10 до 180 градусов [7, 8].

Выявление главного этиологического агента Helicobacter pylori (HP) так же может носить конституциональное разнообразие: заболевание, ассоциированное с HP-инфекцией, чаще выявляется у людей, имеющих расширяющуюся вниз форму живота, реже – у людей с овоидной и формой живота и расширяющейся вверх [9].

Но, по-прежнему уделяя внимание дисбалансу факторов агрессии и защиты как основному механизму в патогенезе хронического гастродуоденита, следует отметить, что сохранение баланса у детей различных конституциональных типов происходит по-разному [10, 11]. Это обусловлено разницей в концентрации биологически активных веществ у людей, принадлежащих к тому или иному конституциональному типу. Например, у нормостеников повышена концентрация гастрина, амилазы. У гиперстеников – триглицеридов, холестерина. Для астеников характерно высокое содержание циклического гуанозинмонофосфата [3].

Цель исследования состоит в изучении клинико-морфологических особенностей течения хронического гастродуоденита у детей в зависимости от типа конституции и их влияние на течение и прогноз заболевания.

Материалы и методы исследования

Проведено поперечное статистическое исследование, включавшее 100 пациентов, находившихся на стационарном лечении в детском терапевтическом отделении ГУЗ ТГК БСМП им. Д.Я.Ваныкина с сентября 2018 г по февраль 2019 г с диагнозом «Хронический гастродуоденит». Критериями включения являлись: возраст пациентов с 4 до 17 лет, наличие морфологических изменений слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки по данным ФГДС, соответствующих критериям гастродуоденита, положительный результат дыхательного теста на H.pylori. Официальными представителями пациентов (родителями, опекунами), было подписано информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Нами оценивался возрастной, гендерный состав, а также особенности течения заболевания в зависимости от типа конституции. Распределение по конституциональным группам осуществлялось на основании индекса Пинье. Также проводилось объективное обследование, комплекс лабораторно-инструментальных методов, в том числе дыхательный тест на H.pylori (с помощью индикатора компьютеризированного ХЕЛИК ®-аппарат).

При оценке полученных данных использовали t-критерий Стьюдента, дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса, угловое преобразование Фишера.

Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05.

Результаты и их обсуждение

Были обследованы пациенты в возрасте от 4 до 17 лет, средний возраст составил 11,67±3,2 лет. При этом наибольшее количество детей, страдающих хроническим гастродуоденитом, принадлежит к старшему школьному периоду. Согласно гендерному распределению, девочки болеют чаще мальчиков: 59% против 41%.

Конституциональное распределение подтверждает ранее приведенные данные о склонности астеников к развитию заболеваний желудочно-кишечного тракта: 54 % обследованных являлись астениками, в сравнении с 37% нормостеников и 9% гиперстеников.

При этом основным триггером ухудшения состояния среди всех пациентов являлись погрешности в питании – 65%, в меньшей степени стрессы и прочие факторы (21% и 18% соответственно). В структуре жалоб преобладали такие симптомы, как боли в эпигастрии и околопупочной области в сочетании с тошнотой (астеники – 35%, нормостеники – 35%, гиперстеники – 55%), рвотой (астеники – 28%, нормостеники – 24%, гиперстеники – 22%), снижением аппетита (астеники – 11%, нормостеники – 24%, гиперстеники – 11%). Отмечено, что нормостеники в сравнении с астениками чаще жалуются на боли в околопупочной области: 68% против 54% соответственно (p=0,04),

в то время как астеники имеют более смазанную клиническую картину и предъявляют жалобы на боли без четкой локализации: 22% против 8% (p=0,06). Достоверных отличий в клинической картине между астениками и гиперстениками, нормостениками и гиперстениками на данном этапе исследования нами не обнаружено. По данным объективного осмотра, пальпаторно болевой синдром локализовался преимущественно в эпигастральной и околопупочной областях у представителей всех конституциональных типов.

Решающим исследованием в постановке клинического диагноза являлась ФГДС, как «золотой стандарт» диагностики гастродуоденита. По результатам у большинства пациентов диагностирован поверхностный гастродуоденит: 81,5% - астеники, 62,6% - нормостеники, 77,8% - гиперстеники.

Мы отмечаем, что астеники, в сравнении с нормостениками чаще имеют такую морфологическую форму гастродуоденита, как поверхностный (p=0,07), а также склонны к развитию гастро-эзофагеального рефлюкса: 20,3% против 8,1% (p=0,09) дуодено-гастрального рефлюкса: 16,7% против 9,3% (p=0,001), недостаточности кардии: 5,6% против 1,9% (p=0,5), в то время как у нормостеников в сравнении с астениками преобладает гипертрофический: 19% против 5,6% (p=0,06) и эрозивный гастродуоденит: 29,7% против 13% (p=0,05). Отмечена стойкая тенденция к более частому выявлению поражений пищевода в виде эзофагита у гиперстеников: 44,4% в сравнении с астениками: 11,1% (p=0,09) и с нормостениками: 8,1% (p=0,07).

Выводы:

1) средний возраст детей, страдающих гастродуоденитом, составляет 11,67±3,2 лет. При этом девочки болеют чаще мальчиков (59 % против 41 %), а основным триггером ухудшения состояния среди всех пациентов являлись погрешности в питании – 65%;
2) астеники склонны к развитию хронического гастродуоденита;
3) астеники имеют более смазанную клиническую картину (p=0,06), в сравнении с нормостениками, предъявляющими классические жалобы, при этом нормостеники в 2 раза чаще склонны к развитию гипертрофического (p=0,06) и эрозивного гастродуоденита (p=0,05) в сравнении с астениками, имеющими поверхностный гастродуоденит;
4) однако дети-астеники чаще подвержены функциональным нарушениям эзофаго-гастральной зоны;
5) отмечена тенденция к более частому выявлению поражений пищевода в виде эзофагита у гиперстеников в сравнении с астениками (p=0,09) и нормостениками (p=0,07).

***

1. Авабде Д. С., Пискарёва С.А., Гвардеева С. Г., Агеева Е. С. Характеристика конституции и типа темперамента у лиц юношеского возраста в зависимости от пола и климата // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2019. Т. 11, №5-1. С. 12-16.
2. Запруднов А. М., Григорьев К. И., Харитонова Л. А., Богомаз Л. В и др. Проблемы и перспективы современной детской гастроэнтерологии // Педиатрия. Журнал им. Г.Н.Сперанского. 2016. Т. 95, №6. С. 10-18.
3. Лебедев А. В., Туманик О. В., Суботялов М. А., Айзман Р. И. Биохимические показатели крови у девушек 17-20 лет разных типов конституции // Science for Education Today. 2016. Т.33, №5. С. 181-194.
4. Балко О. А., Сапожников В. Г. О методах диагностики хронического гастродуоденита, ассоциированного с Helicobacter pylori, в зависимости от типа конституции (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2019. Т. 26, №2. С. 5-11.
5. Сергейчук Е. В., Сомова А. Д., Багатурия Г. О., Пашко А. А. и др. Топографоанатомическое обоснование конституциональных особенностей лапароскопического доступа к органам брюшной полости // FORCIPE. 2019. №1. С. 19-22.
6. Сапожников В. Г. Эхография желудка и двенадцатиперстной кишки у детей (обзор литературы, краткий) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2013. №1. С. 169.

7. Шишко В. И., Петрулевич Ю. Я. Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь: анатомо-физиологические особенности пищевода, факторы риска и механизмы развития (обзор литературы, часть 1) // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2015. Т. 49, №1. С. 19-25.
8. Чередников Е. Ф., Малеев Ю. В., Черных А. В., Литовкина Т. Е. и др. Современные взгляды на диагностику, лечение и профилактику разрывно-геморрагического синдрома (синдрома Меллори-Вейсса) // Вестник новых медицинских технологий. 2016. №4. С. 61-172.
9. Горбунов Н. С., Цуканов В. В., Токарев А. В. Конституциональные особенности взаимодействия Helicobacter pylori и организма человека // Сибирское медицинское обозрение. 2002. №4. С. 21-26.
10. Сапожников В., Балко О. Особенности течения HP-ассоциированного хронического гастродуоденита у детей с учетом типа конституции // Врач. 2019. Т.30, №8. С. 9-13.
11. Сапожников В. Г., Особенности морфологических изменений слизистой оболочки при хроническом хеликобактерассоциированном гастродуодените у детей // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2018. №1 (149). С. 33-37.

Тирикова О.В.[1], Козлова Н.М.[1], Тарасов А.Ю.[1], Елисеев С.М.[2], Луненок С.В.[3]

Эпидемиология неалкогольной жировой болезни печени в Прибайкалье

[1]ФГБОУ ВО Иркутский государственный медицинский университет
[2]ОГБУЗ «Иркутская городская больница №3»
[3]ГБУЗ Иркутское Областное Бюро судебно-медицинской экспертизы
(Россия, Иркутск)

doi: 10.18411/sciencecconf-03-2021-11
idsp: sciencecconf-03-2021-11

Аннотация

Цель исследования. Изучить эпидемиологию неалкогольной жировой болезни печени (НАЖБП) среди населения Прибайкалья. **Материалы и методы.** Исследование проводилось на базе ГУЗ «Иркутское областное бюро судебно-медицинской экспертизы». Объектом исследования являлась медицинская документация - «Акт патологоанатомического вскрытия». **Результаты.** Проведен анализ результатов 7809 аутопсий, выполненных в 2017г. Всего изучено 7246 актов патологоанатомических вскрытий. Морфологические признаки НАЖБП выявлены в 1602 (22,1%) случаях. **Выводы.** 1. НАЖБП среди жителей Иркутской области составляет 22,1%, и не зависит от пола: у женщин 21,8% и у мужчин 22,3%; 2. НАЖБП достоверно чаще встречается у женщин в возрастных группах от 25 до 59 лет, в других возрастных группах различий между мужчинами и женщинами не наблюдается. 3. Самой частой причиной смерти у лиц с НАЖБП в 33,6% случаях были сердечно-сосудистые заболевания. Медиана продолжительности жизни у умерших от ССЗ при стеатогепатите на 2,5 года меньше, чем при стеатозе, при этом индекс DALY при стеатозе равен 13,6 лет, а при стеатогепатите 13,5 лет, что не имеет достоверного различия.

Ключевые слова: неалкогольная жировая болезнь печени (НАЖБП), стеатогепатит, стеатоз

Abstract

The aim. Is to study the epidemiology of fatty liver disease among the population of the Baikal region. **Materials and methods.** The study was conducted on the basis of "Irkutsk Regional Bureau of Forensic Medical Examination». The object of the study was medical documentation – “The act of autopsy”. **Results.** The analysis of the results of 7809 autopsies performed in 2017. A total of 7246 acts of autopsy were examined. Morphological signs of fatty liver disease were detected in 1602 (22.1%) cases. **Conclusion**. 1. fatty liver disease among residents of the Irkutsk region is 22.1%, and does not depend on gender: for women, 21.8% and for men, 22.3%; 2. fatty liver disease is significantly more common in women in the age groups from 25 to 59 years, in other age groups there is no difference between men and women. People of young, old age and long-livers are least susceptible to fatty liver

disease; 3. The most common cause of death in people with non-alcoholic fatty liver disease in 33,6 % of cases was cardiovascular disease. The median life expectancy of those who died of cardiovascular diseases with steatohepatitis is 2.5 years less than with steatosis, while the DALY index with steatosis is 13.6 years, and with steatohepatitis is 13.5 years, which has no significant difference.

Key words: non-alcoholic fatty liver disease, steatohepatitis, steatosis

Неалкогольная жировая болезнь печени (НАЖБП) все чаще диагностируется во всем мире и считается самым распространенным заболеванием печени в западных странах. К ней относят стеатоз, неалкогольный стеатогепатит (НАСГ) и цирроз печени. НАЖБП тесно связана с дислипидемией, ожирением, резистентностью к инсулину, гипертонией и в настоящее время рассматривается рядом ученых, как печеночное проявление метаболического синдрома [1].

Сложность изучения жирового поражения печени обусловлена медленным прогрессированием болезни на протяжении многих лет и десятилетий, а литературные данные о заболеваемости и смертности противоречивы. При этом, поскольку лабораторные и гистологические признаки алкогольного стеатоза и неалкогольного стеатоза очень схожи, высказывается мнение о необходимо принимать во внимание развитие стеатоза смешанной этиологии [2].

В настоящее время данные о заболеваемости НАЖБ разнятся, но отмечается устойчивая тенденция к увеличению диабета, ожирения и метаболического синдрома, с которыми они этиопатогенетически тесно связаны [3]. Исходя из этого, можно предположить и возрастание распространённости НАЖБП, однако, поскольку биопсия печени является единственным методом точной диагностики, а исследования, включающие этот метод немногочисленны, то истинные цифры заболеваемости НАЖБП до сих пор не установлены [4].

Исследования показывают, что от 20 до 30% взрослого населения западных стран страдает НАЖБП, и ее распространенность увеличивается от 70 до 90% среди лиц, которые страдают ожирением или имеют сахарный диабет [5]. В США данная патология является наиболее распространенным заболеванием печени, которому подвержены до 46% лиц среднего возраста, из них 12,2% приходится на долю НАСГ. Примерно 10% операций по пересадке печени, осуществляющихся в Соединенных Штатах по причине цирроза, связаны с НАЖБП [6].

По результатам российского исследования DIREG 1 (2007) распространенность НАЖБП у амбулаторных пациентов составляла 27%, из них у 80,3% диагностирован стеатоз, у 16,8% – стеатогепатит, у 2,9% – цирроз печени [7]. Исследование DIREG 2 (2015) показало, что распространенность НАЖБП составила уже 37,3%, показав рост на 10% за 7 лет в сравнении с данными DIREG 1, при этом число больных с циррозом печени в исходе НАЖБП увеличилось до 5% [8].

Масштабы распространенности НАЖБ таковы, что можно говорить об эпидемии. По результатам проведенного анализа 29 публикаций, посвященных эпидемиологии неалкогольной жировой болезни печени [4], частота встречаемости неалкогольного стеатоза и стеатогепатита среди взрослого населения, значительно варьирует и составляет 2,8% - 88% и от 1 - 56%, соответственно [4]. Явное несоответствие представленных автором данных, а также, отсутствие широкомасштабных исследований на территории Российской Федерации, указывает на необходимость тщательного изучения точных показателей заболеваемости НАЖБП, так как понимание эпидемиологии данной патологии имеет важное значение для разработки эффективной стратегии профилактики и лечения.

Методика исследования

Цель: Изучить эпидемиологию неалкогольной жировой болезни печени (НАЖБП) среди населения Иркутской области;

Задачи:

1. Изучить распространенность НАЖБП среди населения Иркутской области;
2. Определить частоту встречаемости НАЖБП в различных возрастных группах, и сравнить ее среди мужчин и женщин;
3. Выяснить основные причины смерти и связь НАЖБП с продолжительностью жизни;

Тип исследования: выдвигающее гипотезу одномоментное пассивное ретроспективное.

Объект исследования: медицинская документация - «Акт патологоанатомического вскрытия». Исследование проводилось на базе ГБУЗ «Иркутское областное бюро судебно-медицинской экспертизы», где были учтены анамнестические данные умерших.

Критерии включения: наличие протоколов морфологического исследования печени.

Критерии исключения: неполная информацию о возрасте, причине смерти, возраст младше 18 лет. Пациенты принимающие амиодарон (кордарон), пациенты с вирусным гепатитом В и С пациенты принимающие алкоголь при этом учитывалось по наличию алкогольных стигм.

Для статистического анализа использовалась программа Statistica 13.0 forWindows.

Результаты: проведен анализ результатов 7809 аутопсий, выполненных в 2017г. в ГБУЗ «Иркутское областное бюро судебно-медицинской экспертизы». Всего изучено 7246 актов патологоанатомических вскрытий. Мужчин было 4763 (65,7%), женщин 2482 (34,3%). Средний возраст умерших 55,5 (min 18, max 100, Me 56), при этом для мужчин показатель составил 52,5 (min17, max 89, Me 54), для женщин 61,3 (min17, max 100, Me 62).

Морфологические признаки НАЖБП выявлены в 1602 (22,1%) случаях от общего числа проведенных аутопсий. Средний возраст умерших в этой категории составил 51,4 года (min 19, max 95, Me 52). Мужчин было 1061 (66,2%), женщин 541 (33,8%). Частота жирового поражение печени у мужчин и женщин оказалась сопоставимой и составила 1061(22,3%) и 541(21,8%) соответственно (p = 0,65).

Наибольшая распространенность НАЖБП установлена в средней возрастной группе 45-59 лет и составила 30,4% случаев, также значения между возрастными группами имеют значимые различия (табл.1).

Таблица 1.

Распределение ЖБП в возрастных группах среди всех умерших (абс.)

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td colspan="6">Возраст</td><td rowspan="3">Всего</td></tr>
<tr><td>юные</td><td>молодые</td><td>средний</td><td>пожилой</td><td>старческий</td><td>долгожители</td></tr>
<tr><td>18-24</td><td>25-44</td><td>45-59</td><td>60-74</td><td>75-90</td><td>>90</td></tr>
<tr><td>Всего</td><td>28 (13%)</td><td>511 (26,2%)</td><td>610 (30,4%)0</td><td>330 (18%)</td><td>120 (9,8%)</td><td>3 (3,7%)</td><td>1602</td></tr>
<tr><td rowspan="2">p<0,05</td><td colspan="2">p=0,001</td><td colspan="2">p=0,001</td><td colspan="2">*p=0,011</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">p=0,003</td><td colspan="2">p=0,001</td><td></td></tr>
</table>

**- приблизительный расчет в абсолютных значениях (% внутригрупповое распределение долей)*

Надо учесть, что у мужчин скорость распространенности НАЖБП в 1,8 раза выше, чем у женщин и составляет y=0,75 случая в год, достигая «max» в возрасте 50±0,24 лет, у женщин скорость распространения НАЖБП с подъемом y=0,4 случая в год, достигает «max» в возрасте 55±0,67 лет. Темп снижения НАЖБП также преобладает у мужчин, со скоростью регрессии y= -0,91 случая в год (после 50 лет), у

женщин после 55 лет скорость снижения НАЖБП составляет у= -0,37 случая в год, что в 2,4 раза отличается от мужчин (рис.1).

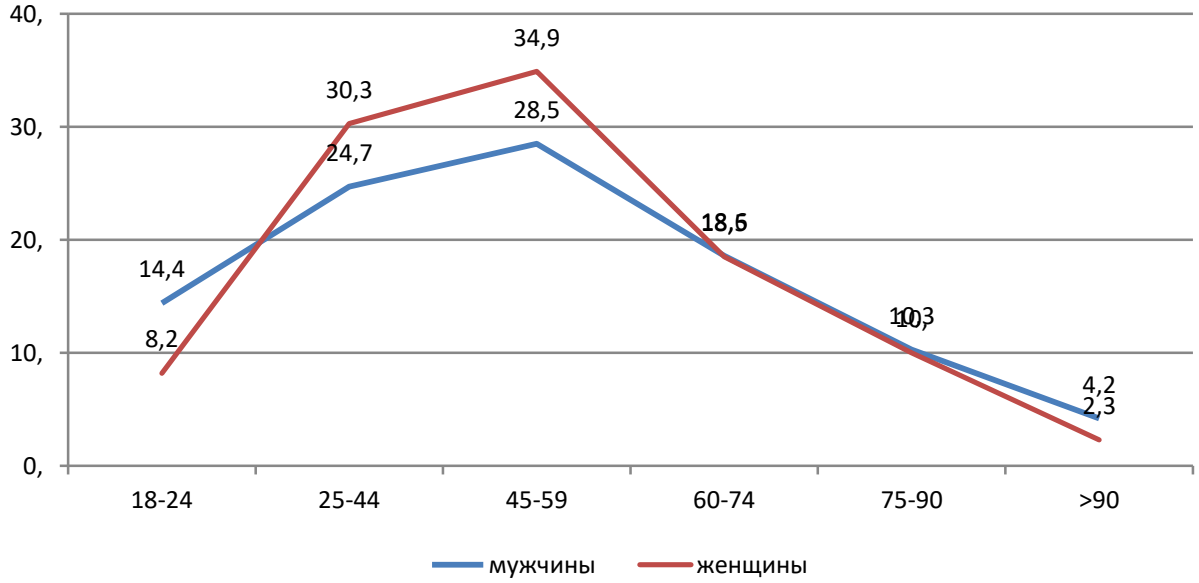


Рисунок 1. Частота встречаемости жировой болезни печени (%).

Сравнивая возрастные группы, между мужчинами и женщинами установили, что с 25 до 59 лет наибольшая внутривидовая распространенность НАЖБП преобладает только в этих 2-х группах «молодых» и людей «среднего» возраста, при этом имеется значимая статистическая разница абсолютных значений (табл.2), указывая на частоту поражения НАЖБП больше у женщин, чем у мужчин. Наименьшие показатели выявили в группах младше 25 лет и старше 75 лет.

Таблица 2.

Распределение НАЖБП у мужчин и женщин среди всех умерших (абс.)

Пол	Возраст						Всего
	юные	молодые	средний	пожилой	старческий	долгожители	
	18-24	25-44	45-59	60-74	75-90	>90	
Мужчины	24(15,1%)	360 (24,7%)	401 (28,5%)	222 (18,6%)	53 (10,2%)	1 (5,0%)	1061
Женщины	4 (8,9%)	151 (30,3%)	209 (34,9%)	108 (18,5%)	67 (9,7%)	2 (3,4%)	541
p<0,05 м-ж	*p=0,41	p=0,014	p=0,005	p=0,94	p=0,82	*p=0,72	

Доля лиц трудоспособного возраста у мужчин и женщин составляет 26,1% и 31,7% соответственно (p=0,013).

Среди более 250 литературных источников, изученных в ходе проведения работы, подобные наблюдения и причины, объясняющие резкое увеличение жирового перерождения печени в возрастной группе 25-44 лет у женщин, не обнаружены, возможно, полученные данные объясняются гормональными перестройками в женском организме и приемом большого количества лекарственных препаратов. В то время как у мужчин на этот возрастной период возрастает риск приема алкогольсодержащих напитков (без явных признаков алкоголизма) и нарушение режима питания.

Морфологические изменения в печени были следующими (рис. 2): стеатоз выявлен в 1411 случаях (88,08%), стеатогепатит в 137 (8,55%) случаях, цирроз печени в 52 (3,25%), и в 2 (0,12%) на фоне жирового поражения диагностирован рак печени (рис.2).

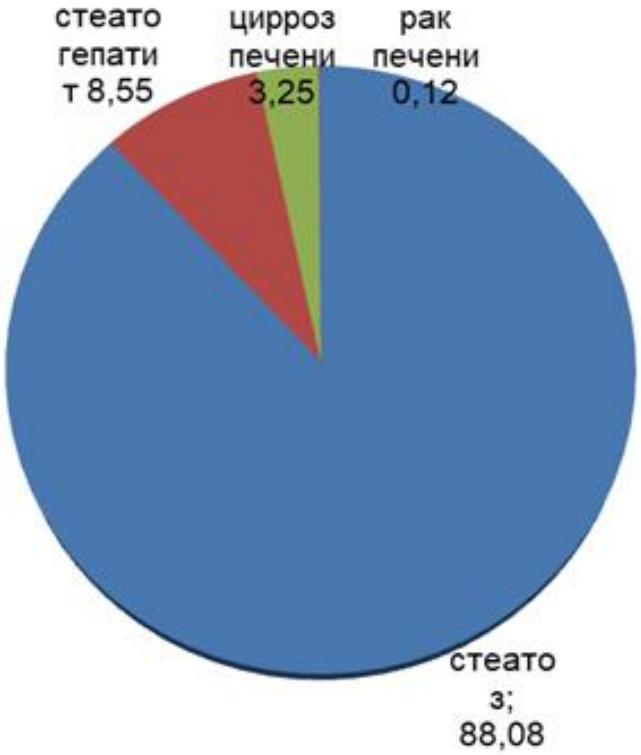


Рисунок 2. Морфологические изменения в печени

Частота выявления стеатоза (n=1602) у мужчин и женщин составила – 89,3% и 85,6% соответсвенно (p=0,028). Стеатогепатит достоверно чаще встречался у женщин 10,7%, чем у мужчин 7,4% (p=0,03).

Непосредственной причиной смерти у лиц с НАЖБП в 33,6% случаях были сердечно-сосудистые заболевания, медиана продолжительности жизни при стеатозе 56 лет (min 20, max 95), а утраченные годы жизни при расчете среднего индекса DALY на одного человека составили 13,5 лет; при стеатогепатите 53,5 лет (min 31, max 88), а утраченные годы жизни при расчете среднего индекса DALY на одного человека составили 13,6 лет (p=0,95). Как непосредственная причина смерти от сердечно-сосудистой патологии, установлены: декомпенсация хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы – 231(43%), острая сердечная недостаточность на фоне ИБС (в т.ч. ОИМ) 146 (27%), острая сердечно-сосудистая недостаточность без ИБС – 105(19%), ОНМК – 49(9%), ТЭЛА – 8(2%).

Выводы:

1. Распространенность НАЖБП среди жителей Иркутской области составляет 22,1%, и не зависит от пола: у женщин 21,8% и у мужчин 22,3%;
2. НАЖБП достоверно чаще встречается у женщин в возрастных группах от 25 до 59 лет, в других возрастных группах различий между мужчинами и женщинами не наблюдается. Наименее подвержены НАЖБП люди юного, старческого возраста и долгожители. Стеатогепатит преобладает у женщин.
3. Самой частой причиной смерти у лиц с НАЖБП в 33,6% случаях были сердечно-сосудистые заболевания: декомпенсация хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы составила – 43%, острая сердечная недостаточность на фоне ИБС (в т.ч. ОИМ) – 27%, острая сердечно-сосудистая недостаточность без ИБС – 19%, ОНМК – 9% и ТЭЛА – 2%. Медиана продолжительности жизни у умерших от ССЗ при стеатогепатите на 2,5 года меньше, чем при стеатозе, при этом индекс DALY при

стеатозе равен 13,6 лет, а при стеатогепатите 13,5 лет, что не имеет достоверного различия.

***

1. Лазебник Л.Б., Радченко В.Г., Голованова Е.В. и др. Неалкогольная жировая болезнь печени: клиника, диагностика, лечение (рекомендации для терапевтов, 2-я версия). Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология, 2017, № 2 (138), с. 22-37.
2. Ивашкин В.Т., Ивашкина Н.Ю., Баранская Е.К. и др. Алкогольная болезнь печени. Рациональная фармакотерапия заболеваний органов пищеварения. Руководство для практикующих врачей 2-е издание. – М.: «Литтерра», 2011. –844с.
3. Kleiner DE, Brunt EM, Van Natta M et al. Design and validation of a histological scoring system for nonalcoholic fatty liver disease. Hepatology, 2005, vol. 41, pp. 1313-1321.
4. Bellentani S., Marino M. Epidemiology and natural history of non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD). Annals of Hepatology. 2009, vol. 8, no. 1, pp. 4-8.
5. Vernon G., Baranova A., Younossi Z. M. Systematic review: the epidemiology and natural history of non-alcoholic fatty liver disease and non-alcoholic steatohepatitis in adults. Alimentary Pharmacology and Therapeutics. 2011, vol. 34, no. 3, pp. 274-285.
6. McCullough AJ. The clinical features, diagnosis and natural history of nonalcoholic fatty liver disease. Clin Liver Dis. 2004, no. 8, pp. 521–533.
7. Драпкина О.М., Смирин В.И., Ивашкин В.Т. Патогенез, лечение, эпидемиология НАЖБП – что нового? Эпидемиология НАЖБП в России. Русский медицинский журнал, 2011, № 28, с. 1717–1721
8. Ивашкин В.Т., Драпкина О.М., Маев И.В. и др. Распространенность неалкогольной жировой болезни печени у пациентов амбулаторно-поликлинической практики в Российской Федерации: результаты исследования DIREG 2. Гепатология, 2015, №6, с. 31-41.

Afanasyev S.O., Shiryaev O.U., Makhortova I.S.

Assessment of Social Anxiety and Eating Disorders Prevalence in Voronezh State Medical University Students

Voronezh State Medical University, clinic "LION-MED"
(Russia, Voronezh)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-12
idsp: scienceconf-03-2021-12

Key words: social anxiety, eating disorders, anorexia nervosa, bulimia nervosa, medical students

Introduction Prevalence of anxiety and depression has increased worldwide in last decades [1]. Bandelow B, Michaelis S (2015) state that 33.7% of the population suffer from an anxiety disorder during lifetime [2].

The cost of treating anxiety is significant for health-care system. According to a study conducted by Wallace K, Zhao X, Misra R in 2018, for adults suffering from both depression and anxiety 28,832 dollars per person are spent every year, followed by patients with depression (19,648 dollars) or anxiety (16,990 dollars) [3].

Prevalence of mental health problems in medical students is constantly growing and exceeds the prevalence of mental health problems in students of other specialties, which can lead to serious consequences for students themselves and their future patients [4]. The meta-analysis conducted by Zeng W, Chen R, Wang X et al (2019) included ten cross-sectional studies involving 30,817 Chinese medical students. Prevalence of depression, anxiety, suicidal thoughts, and eating disorders (ED) was 29%, 21%, 11%, and 2%, respectively [4].

According to other meta-analysis social anxiety disorder (SAD) is one of the most common comorbid diseases in ED with a prevalence of SAD from 16 to 88.2% in anorexia nervosa and 17-67.8% in bulimia nervosa, while the lifetime prevalence of SAD in the population without ED is just 12% [5]. SD and ED are associated with an increased risk for life quality declining of University students which may result to distorted psychological and social adaptation [6]. SD in students may also lead to alcohol and drug addiction. [8].

University education itself often leads SD and ED. Manifestation of other psychiatric disorders is also associated with this period of life [6,7].

Objective: Assessment of social anxiety and eating disorders prevalence in students of Voronezh State Medical University him. N.N. Burdenko.

Methods The included 1100 participants from first to sixth years of education in Voronezh State Medical University. The prevalence of anxiety and eating disorders was estimated with Liebowitz social anxiety scale (LSAS) and The Dutch Eating Behavior Questionnaire (DEBQ)

Results

According to data analysis, 46% of students didn't reveal any level of social anxiety. Scores of low social anxiety level were found in 30%, moderate level – in 16%, marked level – in 6%. High level of SAD was revealed only in 2%.

Among participants of first year (n=150) 38% didn't have any features of social anxiety. Low social anxiety level was diagnosed in 30%, moderate level – in 22%, marked level – in 6%, and high level – in 4%.

Among third year students (n=150), 42% didn't have any significant level of social anxiety. Low social anxiety level were revealed in 32%, moderate level – in 16%, marked level – in 8%, and high level – in 2%.

Finally, among fifth year students (n=150), 56% didn't have any significant level of social anxiety. Symptoms of low social anxiety level were revealed in 30%, moderate level – in 10%, marked level – in 4%. No high level anxiety features were found in this group.

Table

The average DEBQ score of participants

Year of education	restrained eating	emotional eating	external eating
1	2,02±0,01	1,65±0,01	2,19±0,02
2	2,31±0,02	1,64±0,01	2,11±0,01
3	2,15±0,01	1,7±0,01	2,27±0,01
4	2,01±0,01	1,69±0,01	2,26±0,02
5	2,49±0,015	2,05±0,01	2,29±0,01
6	2,20±0,01	1,79±0,01	2,29±0,02

Conclusion

1) Features of social anxiety and eating disorders were revealed in more than half of participants (54%).
2) Most students had low and moderate levels of social anxiety.
3) Anxiety was lower in fifth year students.
4) High level of social anxiety was revealed in first and third year students.
5) More research in social anxiety and eating disorders in medical University students is required.

***

1. Stein DJ, Lim CCW, Roest AM, de Jonge P, Aguilar-Gaxiola S, Al-Hamzawi A, Alonso J, Benjet C, Bromet EJ, Bruffaerts R, de Girolamo G, Florescu S, Gureje O, Haro JM, Harris MG, He Y, Hinkov H, Horiguchi I, Hu C, Karam A, Karam EG, Lee S, Lepine JP, Navarro-Mateu F, Pennell BE, Piazza M, Posada-Villa J, Ten Have M, Torres Y, Viana MC, Wojtyniak B, Xavier M, Kessler RC, Scott KM; WHO World Mental Health Survey Collaborators. The cross-national epidemiology of social anxiety disorder: Data from the World Mental Health Survey Initiative. BMC Med. 2017 Jul 31;15(1):143. doi: 10.1186/s12916-017-0889-2. PMID: 28756776; PMCID: PMC5535284.
2. Bandelow B, Michaelis S. Epidemiology of anxiety disorders in the 21st century. Dialogues Clin Neurosci. 2015 Sep;17(3):327-35. PMID: 26487813; PMCID: PMC4610617.
3. Wallace K, Zhao X, Misra R, Sambamoorthi U. The Humanistic and Economic Burden Associated with Anxiety and Depression among Adults with Comorbid Diabetes and Hypertension. J Diabetes Res. 2018 Oct 24;2018:4842520. doi: 10.1155/2018/4842520. PMID: 30474044; PMCID: PMC6220385.

4. Zeng W, Chen R, Wang X, Zhang Q, Deng W. Prevalence of mental health problems among medical students in China: A meta-analysis. Medicine (Baltimore). 2019 May;98(18):e15337. doi: 10.1097/MD.0000000000015337. PMID: 31045774; PMCID: PMC6504335.
5. Kerr-Gaffney J, Harrison A, Tchanturia K. Social anxiety in the eating disorders: a systematic review and meta-analysis. Psychol Med. 2018 Nov;48(15):2477-2491. doi: 10.1017/S0033291718000752. Epub 2018 Apr 10. PMID: 29631640.
6. Shiryaev O.U. Relationship between family and personal perfectionism of students: gender aspects / O.U. Shiryaev, M.V. Larskikh // Proceedings Of Voronezh State University. Series: Problems Of Higher Education. 2016. - № 2. - P. 12-15.
7. Krasnova V.V. Holmogorova A.B. Social anxiety and its connection with emotional inadaptation, stress level and interpersonal relationships quality in students // Voprosy Psychologii. - 2011. №3. – P. 49-58.
8. Esaulenko I.E. Preventing psychotraumatic stress disorders, adaptation disorder and suicide in young people / I.E. Esaulenko, E.A. Semyonova // System analysis and management in biomedical systems. 2014.-T. 13. No. 2. – P. 453-462.

Mamontova A.

Markers of skin aging and quality of life indicators for women with menopausal syndrome

State Budgetary Health Instution "Regional Clinical Hospital No 3", Ministry of Health of the Russian Federation
(Russia, Chelyabinsk)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-13
idsp: scienceconf-03-2021-13

Introduction. Despite the fact that all organs and systems are involved in the aging process, the most significant for women are the visual manifestations of aging, primarily skin changes, in particular the facial skin. This fact is confirmed by the high popularity of cosmetology services. On the one hand, it is known that various skin diseases negatively affect the quality of life (QOL) of a person [1,2].It has been established that QOL worsens if the patient has diseases that are manifested by skin defects [3]. On the other hand, aging of the body and associated changes are the main factor that leads to a decrease in QOL.

Aim. The aim of this study is to identify the relationship between markers of skin aging and QOL in women with menopausal syndrome (MS).

Materials and methods. We examined 36 women in the period of menopausal transition (MT) (n = 12) and postmenopause (PM) (n = 24), who applied for a specialized appointment on the problems of menopause in clinics of Regional Clinical Hospital No 3 and Regional Clinical Hospital No 1.

All women underwent anamnesis collection and determination of the modified menopausal index (MMI) (Kupperman H. et al. 1959, modified by Uvarova E.V. 1983) [4].

After the initial examination by a gynecologist, the patients with MS were referred to a cosmetologist who performed computer mapping of the facial skin (CMFS), using a digital video camera "AramoSG" with the skinXPpro program. Facial skin examination included: tests for moisture and elasticity, oiliness (in the T- and U-zones of the face), determination of smoothness / roughness (skin relief), pore sizes, pigmentation, skin sensitivity and test of wrinkle depth and width. Patients were also asked to fill out a special Women's Health Questionnaire (WHQ) [5,6] (by Dr. Myra Hunter, Department of Psychology Adamson, Center ST Thomas Hospital, Lambeth Palace Road, London, UK), which psychometric properties in Russian-speaking population was studied by Russian authors [7]. The questionnaire consists of 37 questions, which are combined into 9 scales [5,6,7]: Depression (DEP), Somatic symptoms (SOM), Memory / concentration (MEM), Vasomotor symptoms (VAS), Anxiety / fears (ANX), Sexual problems (SEX), Sleep (SLE), Menstrual symptoms (MEN), Attractiveness (ATT). Each scale has a dimension from 0 to 1 point, the closer the value is to 0, the better the QOL of the respondent [7]. Statistical processing was performed

using the SPSSv.13.0 program. Correlation links between CMFS indicators and WHQ questionnaire scales were considered statistically significant at p≤0.05.

Results. The average age of the examined women was 53.5 ± 5.9 years. When examining women, it was found that MMI was 24.5 points, which corresponded to a mild degree of MS. Analysis of the face skin condition according to the CMFS data is given in Table 1. The moisture level corresponded to normal, but to the lower limit of normal values. The elasticity test scores were 50 conventional units and were lower than the standard value for this age group, and the oilinessscores in both the T and U-zones were low. Skin relief indicators were below standard values. The pore sizes were significantly higher than the standard age indices, and the pigmentation level was within the recommended values. The test for the width and depth of wrinkles was also consistent with the normal results for this age group.

Table 1

Indicators of computer mapping of skin in women during the menopausal transition and postmenopause

Indicators of CMFS (cu)	Number of women (N)	Me (LQ; UQ)	Normal value(Me)
Moisture	36	32 (31;35)	30,0 - 44,9 cu
Elasticity	36	50 (40;65)	60 cu
Oiliness in U-zone	30	0 (0;0)	-
Oiliness in T-zone	36	15 (1,5;61)	-
Roughness	36	25 (22,5:29)	63 cu
Pores	36	56 (45;75)	48 cu
Pigmentation	36	23 (11,5;36,5)	54 cu
Wrinkles	36	30 (16,5;42,5)	35 cu

When analyzing QOL indicators according to the WHQ questionnaire, the following data were obtained (Table 2). QOL indicators on the DEP, ANX scales were quite high.The median of these indicators approached zero. According to the MEN and ATT scales, the median was 0.5, which can be regarded as a slight decrease in QOL. For the rest of the scales, QOL was low, with the worst QOL indicator observed when assessing the VAS scale, the median of this indicator was 1.

Table 2

Indicators of QOL according to the WHQ questionnaire in patients with climacteric syndrome

Scales of WHQ	Number of women (N)	Me (LQ; UQ)
Depression	36	0,29 (0,14;0,42)
Somatic symptoms	36	0,72 (0,42;0,85)
Memory / concentration	36	0,67 (0,33;1)
Vasomotor symptoms	36	1 (0,5;1)
Anxiety / fears	36	0,25 (0;0,75)
Sexual problems	36	0,67 (0,33;0,67)
Sleep	36	0,66 (0,17;0,67)
Menstrual symptoms	36	0,5 (0,25;0,75)
Attractiveness	36	0,5 (0;1)

Then the Spearmen correlation analysis of the CMFS data patients with the scales of WHQ questionnaire was carried out.

Moisture test. The correlation analysis of moisture indicators and scales of the WHQ questionnaire revealed the following correlations: moderate negative with the SOM scales (p

= 0.034, r = -0.35) and MEM (p = 0.053, r = -0.32), ANX (p = 0.029 r = -0.36) and with a SLE scale (p = 0.059 r = -0.31), however, the latter was not statistically significant.

Oiliness test. The oiliness in the U-zone had negative correlations of moderate strength with the MEM (p = 0.035 r = -0.39) and VAS (p = 0.013, r = -0.45) scales. And the level of oiliness in the T-zone had a similar correlation in strength and direction with the MEM scale (p = 0.025 r = -0.36).

Pore sizes. The pore sizes had a moderate negative correlation with the VAS scale (p = 0.010, r = -0.41) and similar with the ANX scale (p = 0.036 r = -0.34).

Pigmentation. The level of skin pigmentation had a positive correlation of moderate strength with the VAS scale (p = 0.028 r = 0.36).

Skin relief and wrinkle width and depth test, elasticity test. There were no statistically significant correlations between the parameters of skin relief / severity of wrinkles and the scales of the WHQ questionnaire. However, a negative correlation of moderate strength was established between the level of skin elasticity and the MEN scale (p = 0.052, r = -0.32). It is impossible to unequivocally assess this relationship, since the analysis was carried out for patients in the period of menopausal transition and in postmenopause together.

Conclusion. Thus such markers of skin condition of women with MS as moisture, pore size, oily skin in the T- and U-zones and the level of pigmentation are associated with some QOL indicators of patients.

It was found that the higher moisture and oiliness level of the facial skin in both the T and U-zones, conform the higher QOL indicators of patients with MS. The increase in the pore size of the facial skin of women corresponds to their higher QOL.

In contrast an increase in skin pigmentation corresponds to a lower QOL, namely an increase in the values of the VAS scale of the special WHQ questionnaire.

The study revealed, that moisture, pore size, skin oiliness in the T-zone and pigmentation are associated with the QOL level to a greater extent than the skin relief. Thus the indicators of the condition of the facial skin of women with MS were associated to a greater extent according to the WHQ questionnaire with the MEM and VAS scales.

It should be emphasized that the condition of the skin of patients with MS is associated with their QOL level and is a marker of the aging processes of the entire female body.

***

1. Francisco, A. Tausk, Smidt, A.C. et al. Effects of Skin Disease on Quality of Life // NEIM Journal Wach.–2010 Nov. – URL: https://www.jwatch.org/jd201011190000003/2010/11/19/effects-skin-disease-quality-life (available at: 25.02.2021).
2. de Korte, J., Sprangers, M.A., Mombers, F.M. et al. Quality of life in patients with psoriasis: a systematic literature review // J Investig Dermatol Symp Proc.–2004 Mar.–№9(2).–P. 140–7. doi: 10.1046/j.1087-0024.2003.09110.x. PMID: 15083781.
3. Ribeiro, F., Steiner, D. Quality of life before and after cosmetic procedures on the face: A cross-sectional study in a public service // J CosmetDermatol.–2018 Oct.–№17(5).–P. 688–692. doi: 10.1111/jocd.12723. Epub 2018 Aug 13. PMID: 30105787.
4. Smetnik, V.P. Meditsina klimakteriya [Medicine menopause]. – Yaroslavl': Izd-vo Litera, 2006, 848 p.
5. Kanadys, K., Wiktor-Stoma, A., Lewicka, M. et al. Predictors of the quality of life of women in peri-menopausal period // Annals of Agricultural and Environmental Medicine.–2016–23(4).–P. 641–648. doi:10.5604/12321966.1226860.
6. Katainen, Riina. Climacteric-related symptoms in midlife and beyond – studies using the women's health questionnaire // TurunYliopistonJulkaisuja – Annales Universitatis TurkuensisSarja. Ser. D Osa – Tom. 1394. Medica – Odontologica.–2018 Oct. – URL: https://nfog.org/wp-content/uploads/2019/02/thesis.pdf (available at: 25.02.2021).
7. Bryuhina, E.V., Ivanova, O.V., Usol'ceva, E.N. Psihometricheskie svojstva russkoyazychnoj versii oprosnika zhenskogo zdorov'ya [Women'shealthquestionnaire (WHQ)] // Vestnik YuUrGU. Seriya «Obrazovanie. Zdravoohranenie. Fizicheskaya kul'tura».–2012–№42(301).–P. 134–142. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/psihometricheskie-svoystva-russkoyazychnoy-versii-oprosnika-zhenskogo-zdorovya-women-s-health-questionnaire-whq (available at: 18.02.2021).

Volchenko S.S.; Smirnova S.K; Dolgov G.V.

Professor Wilhelm Zangemeister's role in the development of diagnostics of eclampsia

North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov (Russia, Saint-Petersburg)

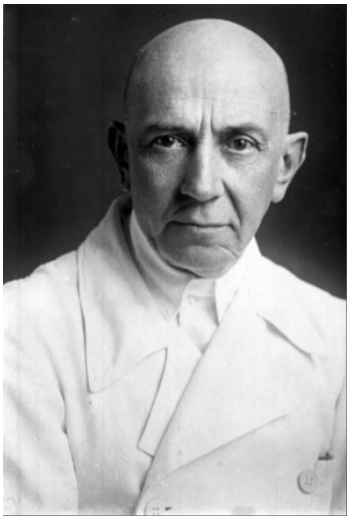
doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-14
idsp: scienceconf-03-2021-14

Abstract

This article presents biographical information about Wilhelm Karl Zangemeister, german obstetrician, Universität Marburg and Universität Königsberg professor, and a review of his scientific legacy in the diagnostics of hestosis.

Key words: Wilhelm Zangemeister, eclampsia, gestosis, Zangemeister triad

Professor Wilhelm Zangemeister was born on the 7th of April in 1871 in Gotha, Thuringia in Germany, in the family of the philology professor, Karl Zangemeister. Their family moved to Heidelberg in 1873, where was attending gymnasium and university. Being gifted with many abilities, Zangemeister was exceptional in chemistry, physics, math and astronomy, without being disadvantaged spiritually. At the age of 22 Wilhelm Zangemeister received a doctorate and continued his work in the institute of physiology of the University of Heidelberg. Starting from 1896 until 1897 he was an assistant in the Vincenz Czerny's surgical clinic in Heidelberg, in 1897 he volunteered in a women's clinic at the Berlin University with Pobert Michaelis von Olshausen. He served in the military as a medical orderly and then continued to serve as a ship medic in north german Lloyd from 1897 until 1900. Zangemeister spent a period of 1901 till 1903 at a gynecological clinic in Leipzig under the guide of Paul Zweifel. After that he worked as an assistant in the gynecological clinic in Königsberg with Georg Winter.



Pic 1. Wilhelm Karl Zangemeister

His talent for medical science combined with purposeful will, desire to work and liveliness is mind helped Zangemeister quickly move up in his career and leave a meaningful mark in his field.

Wilhelm Zangemeister was habilitated in gynecology and obstetrics and got a right to be employed as a professor in 1904. Until 1910 he was teaching as a privatdozent in the University of Königsberg at the medical faculty and had a private practice.

The spectrum of his scientific interests was wide. Infectious diseases, urology and obstetrics, along with the academic research, were the main directions of his work. Therefore,

in 1906 he published “Atlas der Cystoskopie des Weibes”, in 1907 - the pathological study of a woman, who died of rupture of the uterus.

Pic 2. Image of a frozen frontal incision through the pelvic organs from the W. K. Zangemeister atlas

Zangemeister was especially interested in questions of terms of pregnancy and fetal development. Based on his research, he formulated some postulations about time of conception, and specifically noted the obstetrical meaning of post-term and giant fetuses.

In 1910 (39 years old) he became a professor in the University of Margburg and a director of a women's clinic and school of obstetrics. In 1918 he was appointed as a dean of medical faculty. That allowed to significantly update lessons and operations in the clinics under his control.

Since 1925 he teached in the University of Königsberg at the medical faculty. Zangemeister was an incredibly popular teacher because of his understanding of the educational process and ways of preparing future obstetricians for the medical profession. Many other talented obstetricians came from his school, Peter-Max Ash, who held the position of the professor in 1923-1945 in Munster, is considered as the most important one. Zangemeister published his “The Obstetrics Guide" - the monumental work and the culmination of his career as an obstetrician. Writing this text, Zangemeister completed the task of writing the all-encompassing obstetrics manual, being the only author.

Pic. 3 The classic fundamental work of V.K. Zangemeister for eclampsia

Zangemeister's work regarding the etiology and clinical specifics of neuropathy during the pregnancy proved that it manifests in edema. As a result of a long-term work he proved that edema, arterial hypertension and proteinuria are the key diagnostic criteria for severe forms of hestosis. Those three symptoms are united in so called Zangemeister triad, and such prognostic mark plays an important role in the diagnosis of hestosis to this day. Besides that, he described the pupil phenomena during the eclampsie (narrowing and diluting). As the reason of the eclampsie, Zangemeister suggested the edema of the brain as a part of overall hydropsy. For prophylaxis, he recommended the restriction of consumption of liquid foods and physical work, especially the last three months; in case of expressed hydropsy he recommended bed rest, defined restrictions of salt and water, with regular body weight measurements taken.

On 3rd of February in 1930 Wilhelm Zangemeister unexpectedly died from heart attack. Contemporaries recalled him as a great clinician and scientist, and as an attractive, multi-layered personality, an open and devoted friend.

***

1. Бровкин. Эклампсия. / Д.П. Бровкин - Москва: Медгиз, 1948. - 58 с.
2. Г.Г. Гентер. Акушерский семинарий, том 3 / Г. Г. Гентер - Ленинград: Леногиз, 1933. - 239 с.
3. Руководство по акушерству и гинекологии в 6 т. / К. Жмакин, Ф. Сыроватко, И. Яковлев и др. М. Медгиз. М 1961 - 1964 гг. - 6т.
4. «Цангемейстер, Карл Вильгельм », в: Hessian Biography <https://www.lagis-hessen.de/pnd/117592277> (по состоянию на 29 июля 2020 г.)
5. A.D. Ebert, M. David: Wilhelm Zangemeister (1871–1930) und die 2 Handgriffe nach Zangemeister. In: Geburtshilfe und Frauenheilkunde. Nr. 73, Mai 2013, S. 399–401.
6. Gary,, et al. Williams Obstetrics. 24th edition. New York: McGraw-Hill Education, 2014
7. Sigfrid Hammerschlag: Wilhelm Zangemeister †. In: Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie. Band 84, 1930, H. 5/6, S. 470–472, doi:10.1159/000307283.
8. Wilhelm Zangemeister †. Hrsg.: Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie. Band 84, Nr. 5-6, 1930, S. 470–472, doi:10.1159/000307283.
9. Wilhelm Zangemeister † P. Esch Dtsch Med Wochenschr 1930; 56(13): 537-538 DOI: 10.1055/s-0028-1125611
10. Zangemeister, Karl Wilhelm", in: Professorenkatalog der Philipps-Universität Marburg <https://professorenkatalog.online.uni-marburg.de/de/pkat/idrec?id=10490> (Stand: 29.7.2020)

Zakharov A.Yu.[1], Dolgov G.V.[1], Shemerovskii K.A.[2]

Stages of development of the idea of the biological readiness of the female body for childbirth

[1]North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov
[2]Private University «Saint-Petersburg Medico-Social Institute»
(Russia, St. Petersburg)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-15
idsp: scienceconf-03-2021-15

Abstract

The development of the concept of the biological readiness of the female body for childbirth, the "dominant of childbirth", reflects the formation of the definition of the onset of physiological childbirth, which is necessary for the prevention of premature birth and their complications for the mother and fetus.

Key words: biological readiness for childbirth, female body, dominant of childbirth.

The first (empirical) period of determining the readiness of the female body for childbirth was reflected in the first century BC by the ancient Greek physician Soranus of Ephesus, a representative of the methodological school of Asclepiades [2,9]. To determine the term of delivery, Soran Ephessky proposed to evaluate the condition of the cervix — its length, consistency and degree of disclosure by the method of bimanual vaginal examination.

The method is still relevant and is one of the main reasons for launching labor activity [3,4,8,9].

The main (second) stage of the formation of the scientific idea of the biological readiness of the female body for childbirth was the research of domestic scientists, physiologists and obstetricians-gynecologists in the XX century [8,9]. The development of this direction originates from the works of the scientific school of Academician Alexey Alekseevich Ukhtomsky, who formulated an interdisciplinary approach in 1923 in his program article "The dominant as a working principle of nerve centers" in the form of the doctrine of the importance of the dominant in physiology [10]. The principle of the dominant theory is that when exposed to any sufficiently strong and long-acting external stimulus that causes afferent impulses, a dominant focus of arousal is formed in the central nervous system, which simultaneously inhibits the formation of weaker foci of nervous arousal that are not directly related to it [8, 10]. The dominant focus of arousal contributes to the emergence of an adequate reflex and neurohumoral response to the stimulus that caused it. When the response to the stimulus is realized and its action ceases, the dominant focus of arousal fades and gives way to the formation of a new dominant focus of arousal, but it does not disappear without a trace and is deposited in the memory of a person with the possibility of re-occurrence [8, 10].

Based on the research of A. A. Ukhtomsky, a student of his scientific school, Ilya Arkadyevich Arshavsky, continued the development of the doctrine of the dominant and for the first time introduced it into medicine, and specifically into obstetrics, developing a definition of the "maternal dominant", which includes successive gestational, birth and lactation dominants [5,6,8].

The third stage-the concept of the gestational dominant was further developed in the works of the obstetrician-gynecologist Academician M. S. Malinovsky [6,8]. Under the conditions of an experiment on rabbits by I. A. Arshavsky and M. S. Malinovsky in 1957, it was revealed that various states of stress, such as starvation, anoxic conditions, inflammatory and allergic reactions, intoxication, blood loss during prolonged exposure form a dominant response that suppresses the gestational dominant and causes the development of abnormalities in the fetus or its premature birth [6]. Observations of the course of pregnancy in female rabbits showed that prolonged exposure to stress forms the dominant response to stress, which suppresses the gestational dominant and causes the development of abnormalities in the fetus or its rejection [6,8].Based on the research of A. A. Ukhtomsky, a student of his scientific school, Ilya Arkadyevich Arshavsky, continued the development of the doctrine of the dominant and for the first time introduced it into medicine, and specifically into obstetrics, developing a definition of the "maternal dominant", which includes successive gestational, birth and lactation dominants [5,6,8].

At the fourth stage, from the point of view of the Soviet obstetricians-gynecologists I. I. Yakovlev, L. L. Levinson, L. I. Lebedev, it was confirmed that the timely start of labor and its physiological course is possible only with the formed birth dominant [7,8,12]. The degree of maturity of the generic dominant was assessed by the above-mentioned authors based on changes in the bioelectric activity of the brain in pregnant women. In the case of interoceptive stimuli of the genitals, the bioelectric activity of the brain was increased, and in the case of extroceptive stimuli, the bioelectric activity of the brain was weakened, which was later interpreted as inhibition of a weaker stimulus [6,8]. If the generic dominant is immature, then instead of typical changes in the bioelectric activity of the brain, uncharacteristic dysrhythmias and potential fluctuations appear [8].

However, the term "birth dominant" refers to changes that occur primarily in the central nervous system and does not reflect the full range of changes in the body of a woman in labor before childbirth. That is why after a series of works [4,8,9,11,12] reflecting the entire spectrum of changes in the body of a woman before childbirth, a more modern term appeared — the biological readiness of the female body for childbirth. This term includes histochemical changes in the body of the woman in labor, and also explains the mechanisms

of activation of labor activity with a change in the role of hormonal and immunological reactivity of the female body.

In modern studies of the neurohumoral relationship between mother and fetus, the question of the reasons for the activation of the mechanism of labor on the part of the fetus has been studied in detail. The formation of the generic dominant is preceded by the release of fetal factor by the fetal epiphysis, which activates the release of corticotropin-releasing hormone (CRH) by the fetal hypothalamus, leading to the release of adrenocorticotropic hormone (ACTH) by the pituitary gland, which then acts on the fetal zone of the adrenal cortex with the release of cortisol and surface dehydroepiandrosterone (DHEA-S) [3,4,11]. After the release of cortisol into the amniotic fluid, it reaches the water membranes, decidual tissues and myometrium with the initiation of destabilization of the lysosomes and the launch of the paracrine mechanism of the development of labor. When DHEA-S and fetal cortisol enter the placenta, it synthesizes CRH, which then enters the mother's blood plasma and initiates the development of a generic dominant in the mother's nervous system, manifested by increased drowsiness and slight memory impairment, which is associated with a decrease in the blood flow rate in the middle and posterior cerebral arteries from 56-147 ml/min in non-pregnant women to 44-118 ml/min [3, 11].

***

1. Bonsack, C. F., Lathrop, A., & Blackburn, M. (2014). Induction of Labor: Update and Review. Journal of Midwifery & Women’s Health, 59(6), 606–615.
2. Feltovich, H. (2017). Cervical Evaluation. Obstetrics & Gynecology, 130(1), 51–63.
3. F. Gary Cunningham, Kenneth J. Leveno, Steven L. Bloom, Catherine Y. Spong, Jodi S. Dashe, Barbara L. Hoffman, Brian M. Casey, Jeanne S. Sheffield. Williams obstetrics / McGraw-Hill Education / Medical; 25th edition (11 May 2018)
4. Midwifery : national leadership / ed. by G. M. Savelyeva, G. T. Sukhykh, V. N. Serov, V. E. Radzinsky. - 2nd ed., reprint. and additional-M.: GEOTAR-Media, 2018. - 1088 p.
5. Arshavsky I. A. We are all equal to each other. Memories of A. A. Ukhtomsky.The meaning and fate of the dominant morality. Riga: Pedagogical Center "Experiment", 2002. - 288 p.
6. Arshavsky I. A., Chernihiv V. N. The role of the gestational dominant as a factor determining the normal or deviant development of the embryo – In the collection: Actual issues of obstetrics and gynecology, dedicated to M. S. Malinovsky, 1957. - 320 p.
7. Bezhenar V. F., Novikov B. N., Turlak A. S. Professor Ilya Ilyich Yakovlev. (for the 120th anniversary of his birth). Scientific notes of the St. Petersburg State University named after Academician I. P. Pavlov. 2017. Vol. 24. no. 1. p. 9-14.
8. The body's readiness for childbirth. Collection of works edited by prof. Yu. I. Novikov. Leningrad, 1976. - 122 p.
9. Radzinsky V. E., Obstetrics / ed. by V. E. Radzinsky, A.M. Fuks-M.: GEOTAR-Media, 2016. - 1040 p.
10. Sokolova L. V. A. A. Ukhtomsky and the complex science of man. St. Petersburg University Press, 2010.- 316 p.
11. Sidorova I. S. Physiology and pathology of labor activity: textbook. manual-Moscow: MIA, 2006. - 240 p.
12. Tesakova M. L. Readiness for childbirth: Scientific perspectives and practical possibilities of diagnostics. Protection of motherhood and childhood. 2020. No. 1 (35). pp. 78-90.

РАЗДЕЛ III. БИОЛОГИЯ

Догузова Н.Н., Гериева Ф.Т.

Отзывчивость люцерны на подкормку минеральной водой с церием

Владикавказский Научный Центр
(Россия, Владикавказ)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-16
idsp: scienceconf-03-2021-16

Аннотация

Люцерна является многолетней бобовой кормовой культурой. Люцерна не уступает эспарцету и клеверу по содержанию сырого протеина и общей питательной ценности. В предгорных зонах можно получит высокий урожай на сено и семян.

Зеленая масса люцерны хорошо поедается сельскохозяйственными животными. Люцерна богата не только белком, но и микро и макроэлементами. В сене 18% абсолютного сухого вещества. Люцерна дает значительную прибавку животноводческой продукции-мяса молоко.

Люцерна хорошо отзывается на внесение удобрений. В данный момент минеральные удобрения являются очень дорогостоящим, а органические удобрения в частности навоз практический не вносятся из-за отсутствие крупных животноводческих ферм. Главная задача следует считать взыскание доступных видов удобрений, одним из которых могут быть микроэлементы и биостимуляторы, в частности минеральная вода и сульфат церия.

Подкормку растений люцерны после укоса проводили минеральной водой Богиатти, которую подогревали до 65-80^{0}С. Большие запасы этой природной воды имеются в Дзавском районе в Южной Осетии. В нашем опыте в изучаемых вариантах в подогретую минеральную воду добавляли сульфат церия. Концентрация раствора 0,01, 0,02, и 0,03%. Подогрев минеральной воды ускоряет растворение сульфата церия. Церий хорошо взаимодействуют с элементами, содержащимися в минеральной воде.

Ключевые слова: минеральные удобрения, зеленная масса, накопление азота, Багиатти.

Abstract

Alfalfa is a perennial legume forage crop. Alfalfa is not inferior to esparcet and clover in terms of raw protein content and overall nutritional value. In the foothill areas, you can get a high yield for hay and seeds.

The green mass of alfalfa is well eaten by farm animals. Alfalfa is rich not only in protein, but also in micro and macro elements. Hay contains 18% of the absolute dry matter. Alfalfa provides a significant increase in animal products-meat and milk.

Alfalfa responds well to fertilization. At the moment, mineral fertilizers are very expensive, and organic fertilizers in particular practical manure are not applied due to the lack of large livestock farms. The main task should be considered the recovery of available types of fertilizers, one of which may be trace elements and biostimulants, in particular mineral water and cerium sulfate.

Top Dressing of alfalfa plants after mowing was carried out with Bogiatti mineral water, which was heated to 65-80%. Large reserves of this natural water are available in the Dzavsky district in South Ossetia. In our experiment, cerium sulfate was added to the heated mineral water in the studied variants. The concentration of the solution is 0.01, 0.02, and 0.03%. Heating the mineral water accelerates the dissolution of cerium sulfate. Cerium interacts well with the elements contained in mineral water.

Keywords: mineral fertilizers, green mass, nitrogen accumulation, Bagiatti.

Метод исследования. Исследования были проведены на опытном поле Северо-Кавкаского научно-исследовательского горного и предгорного сельского хозяйства. Почвы опытного поля представлены выщелоченным черноземом, подстилаемым галечниковыми отложениями. Они сформировались под разнотравно-злаковой растительностью и встречаются в комплексе с типичными и обыкновенными черноземными почвами.

По данным К.Х Бясова, реакция почвенного раствора (pH солевой) выщелоченным черноземом слабокислая и близкая к нейтральной (5,7-6,4). Эти почвы, как правило, не требуют известкования. Содержание гумуса в верхнем слое почвы колеблется от 5,88 до 7,42%, падение его вниз по профилю почвы постепенное. Установлено, что выщелоченные черноземы Северной Осетии характеризуются относительно высокими запасами питательных веществ: содержание общего азота 0,24-0,45%, фосфора 0,2-0,3%, калия 1,6-2,3%. Обеспеченность подвижными формами азота слабая, а фосфора и калия-средняя.

Объект исследования Люцерна Синегибридная

Подкормку проводили путем опрыскивания ранцевым опрыскивателем. Все варианты нашего опыта испытывались на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ в почву в виде нитроаммофоски.

В минеральной воде Багиатти содержится церий и выполняет функцию биокатализатора. Ионы церия обеспечивают оптимальное усвоение микроэлемента растении люцерны, и способствуют активизации микробиологических, ферментативных и физических процессов. В качестве сорбента микроэлементов церия используем минеральную воду Багиатти, содержащая: Ca-2,5; Mg-2.1; Cl-140; SO_4-0,68; Na-650; K-21,3; NO_3-4,2; NH_4-0,03; Zn-5,0; Cu-0,5; Fe-0,1;

Таблица1

Влияние подкормки растении минеральной водой с церием на урожайность и качество зеленой массы люцерны (2018-2020гг).

№ п /п	Вариант	Урожайность зеленой массы, т/га	Протеина %	Количество дней от укоса до бу тонизации	Накоплено азота в почве кг/га
1.	Контроль (минер. вода)	26,0	18,3	46	75
2.	Минеральная вода+церий 0,01%	27,0	19,0	45	90
3.	Минеральная вода+церий 0,02%	32,2	20,7	42	120
4.	Минеральная вода+церий 0,03%	28,5	19,6	43	105

Исследования показали, что после укоса люцерны, подкормка растений минеральной водой с различной концентрацией сульфата церия оказало благоприятное действие на отрастание зеленой массы, урожайности, протеина и биологического азота в почве. Урожайность по сравнению с контролем повышалось по всем концентрациям церия на 0,7-5,6 т/га, содержание протеина на 0,4-1,8%, отрастание проходило на 2-5 дней раньше. Азота за счет клубеньковых бактерий накапливалось больше на 15-40 кг/га. Оптимальной концентрацией церия оказалось 0,02%, при которой полученные показатели были лучшими.

Уменьшенная 0,01% и увеличенная 0,03% подкормка растений минеральной водой была не эффективным.

Выводы

Подкормка растений люцерны минеральной водой Баггиати таким образом после укоса с добавлением сульфата церия до концентрации, 0,02% позволяет повысить

продуктивность и качества зеленной массы, накопление азота в почве за счет природных источников.

***

1. Бясов К.Х. Природные ресурсы республики Северная Осетия Алания. Т.б.- Почвы. 2000 г.
2. Дзанагов С.Х. Обоснование рационального применение удобрений в полевых севооборотах в Центральном Предкавказье. // Афтореф. дисс. доктора с-х. наук. М., 1994. - 43с.
3. Вавилов П.П., Балашов Л.Н. Полевые сельскохозяйственные культуры СССР. – М.: Колос, 1984. – с.77-78.
4. Бекузорова С.А., Казиев А.Т. –Экологическая роль эспарцета // Студенческая наука – экологии России. Владикавказ 2006. – с.130-132.
5. Гасиев В.И. Сравнительная оценка продуктивных посевов многолетних трав в предгорной зоне РСО – Алания// Научная жизнь. 2018. № 12. С. 58-62
6. Датиева И.А., Келехсашвили Л.М., Фарниева К.Х, Догузова Н.Н., Газданова И.О., Бекузарова С.А. Селекция видов клевера на иммунитет в условиях РСО-Алания// Аграрная наука. 2019.№5. С. 49-52.
7. Матецкая С.Э., Доев Г.Дз., Гаппоев Х.А. Экономическая эффективность активизации симбиотической деятельности посевов люцерны, энергетическая оценка приемов возделывания люцерны// в сборнике: Актуальные проблемы в современной науке и пути их решения Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. Под редакцией О.Н. Дидманидзе. 2017. С. 46-52.
8. Писковацкий Ю.М., Ломова М.Г. Селекция сортов люцерны пастбищного типа использования// Адаптивное кормопроизводство. 2012. № 2. С. 45-53.
9. Салатова Д.А., Арсланов М.А., Гасанов Г.Н. Норма высева семян люцерны в пожнивной период при различных приемах предпосевной обработки почвы// Аграрная наука. 2018. № 3. С. 54-56.
10. Соложенцева Л.Ф., Писковацкий Ю.М. Изучение перспективного материала люцерны изменчивой по показателям устойчивости к основным болезням, продуктивности и качества// Адаптивное кормопроизводство. 2018. № 1. С. 26-34.

Мамедов Т.С.о., Гюльмамедова Ш.А.к.

Роль растительных ресурсов для оздоровления окружающей среды на Апшероне

Институт Дендрологии Национальной Академии Наук Азербайджана (Азербайджан, Баку)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-17
idsp: scienceconf-03-2021-17

Аннотация

В статье описана роль растительных ресурсов для оздоровления окружающей среды, научно-исследовательская работа по изучению таксономического состава древесно-кустарниковых и травянистых растений, формы создания композиций, правил их группировки, форм обрезки, использования малых архитектурных форм в Национальном Приморском Парке Апшерона.

В результате проведённой научно-исследовательской работы выявлено, что в композициях используются около 97 видов древесно-кустарниковых и травянистых растений из 51 семейств и 78 родов. Выявлено, что эти растения хорошо адаптируются в условиях Апшерона, являются перспективными и рекомендуются при оформлении парков, садов, скверов, создании различных композиций.

Ключевые слова: декоративный, растение, парк, ландшафт, композиция.

Abstract

The article describes of role plants reserve of the healthy environment, the research work on the taxonomic structure of trees, shrubs and herbaceous plants, the form of creating compositions, rule they grouping, form cut, use little architecture form of the National Seaside Absheron Park.

As a result of the research work to determine, that in compositions use nearly 97 species trees, shrubs and herbaceous plants. of 51 family and 78 generic. It is determined that these plants are well adapted in Absheron climate conditions, very perspective and they are recommended for use in parks, gardens, in various composition creations.

Keywords: decorative, plant, park, landscape, composition.

В современном мире катастрофы происходящие на основе экологических проблем стали опасными для общества как ядерная война. В направлении предотвращения этих опасностей в различных отраслях экологии проводятся широкие научные исследования. Окружающая среда сильно влияет на человека. Создание ландшафтных зон улучшает жизненную деятельность людей, успокаивает их нервную систему. В очищении и улучшении окружающей среды основным и решающим фактором являются озеленения. Озеленения наряду с богатым урожаем, чистым воздухом являются основным фактором влияющим на здоровье человека. Парки, скверы, сады и бульвары г.Баку – это основные виды зеленых устройств общественного пользования для массового отдыха, прогулок, культурных развлечений и спорта. В условиях Апшерона, при отсутствии естественных лесных насаждений, эти виды зеленых устройств являются одним из основных факторов оздоровления условий жизни городского населения и обогащения архитектурного облика города Баку. В последние 10 лет в Баку созданы 45 новых парков культуры и отдыха, а 84 заново построены. Бакинский бульвар -– Национальный Приморский Парк на сегодняшний день встречает население столицы и гостей в новом виде. В настоящее время в ландшафтной архитектуре г.Баку, как место отдыха и прогулок населения Национальный Приморский Бульвар занимает особое место. В последние 50 лет бульвар значительно расширился и неоднократно заново перестраивался. Красивый вид придают Приморскому Парку местные и интродуцированные из различных стран декоративные деревья, кустарники и травянистые растения. С целью изучения создания композиций в Национальном Приморском Парке Апшерона, таксономического состава декоративных деревьев, кустарников и травянистых растений, правил их группировки, форм обрезки, использования малых архитектурных форм проводится научно-исследовательская работа в лаборатории «Ландшафтная архитектура» Института Дендрологии Национальной Академии Наук Азербайджана. В научно-исследовательской работе на II декаде мая и на II декаде августа 2019 г. на территориях Старого Бульвара, Нового Бульвара и Площади Флага Национального Приморского Парка проведены наблюдения, собраны гербарии и определены таксономический состав декоративных деревьев, кустарников и травянистых растений из 51 семейства, 78 родов т 97 видов, изучены группировка растений в композициях по декоративным признакам, формы создания композиций, правила использования малых архитектурных форм, формы обрезки деревьев и кустарников.

Формы создания некоторых изученных композиций в Национальном Приморском Парке показаны на рисунках 1- 4.

Геометрические формы композиций в регулярном стиле:

Рис.1. Квадратная форма.

Рис.2. Прямоугольная форма.

Оригинальные формы композиций в ландшафтном или пейзажном стиле:

Рис.3. Декоративная форма.

Рис.4. Цветочный изгиб.

Согласно существующим санитарно- гигиеническим нормам в крупных промышленных городах, в том числе и в г.Баку, площаль зеленых насаждений должна составлять 45-50% от общей жилой застройки или 26-30 м2 на одного жителя [1; 3].

В Национальном Приморском Бульваре сочетание друг с другом вечнозелёных и листопадных растений создало выразительный эстетический образ ландшафтной архитектуры. Системы фонтанных бассейнов обогащают скверы прогулок и улучшают микроклимат территории бульвара. Декоративные растения посаженные вокруг бассейнов, в том числе объекты ландшафтного дизайна и малые архитектурные формы усиливают художественно-архитектурный образ паркового ансамбля.

Таксономический состав и происхождение некоторых декоративных растений изученных в Национальном Приморском Парке показаны в таблице 1.

Таблица 1

№	Семейство	Род	Вид	Родина
1	Сосновые - *Pinaceae* Lindl.	Сосна - *Pinus* L.	Эльдарская сосна - *Pinus eldarica* Medw.	Европа, Азия
2	_____	Сидр - *Cedrus* Mill.	Гималайский сидр - *Cedrus deodarata* Laws.	Алжир, Восточный Маракеш
3	_____	Ель - *Picea* Dietz.	Аянская ель - *Picea ajanensis* Fisch.	Северная Америка
4	Кипарисовые - *Cupressaceae* F.W.Neger	Можжевельник- *Juniperus* L.	Обыкновенный можжевельник - *Juniperus communis* L.	Большой и Малый Кавказ
5	_____	Туя - *Thuja* (L.) Tourk.	Западная туя - *Thuja occidentalis* L.)	Япония
6	_____	Хемокипарис- *Chamaecyparis* Spach.	Нутканский хемокипарис- *Chamaecyparis nootkatensis* Spach.	Северная Америка , Северная Калифорния
7	_____	Хемокипарис- *Chamaecyparis* Spach.	Лавсонский хемокипарис- *Chamaecyparis lawsoniana* Parl.	Северная Америка , Северная Калифорния
8	_____	Кипарис - *Cupressus* L.	Кипарис аризонский - *C. arizonica* Greene	Калифорния, Мексика
9	Фиалковые - *Violaceae* Batsch.	Фиалка - *Viola* L.	Анютины глазки - *Viola x. wittrockiana*	Италия
10	Аизоновые - *Aizoceae* Rudolphi	Карбобротус - *Carbobrothus* Schwant.	Розовоцветковый карбобротус - *C. roseus* Schwant.	Южная Африка
11	Чайные - *Theaceae* D.Don	Камелия- *Camelia* L.	Японская камелия - *C.japonica* L.	Япония, Индия, Китай
12	Магнолиевые - *Magnoliaceae* J.St.Hil.	Магнолия - *Magnolia* L.	Лилиецветковая магнолия *Magnolia liliflora* Desr.	Восточная Азия Китай, Япония
13	Саговниковые - *Cycadaceae* L.A.S.Jonson	Саговник - *Cycas* Thunb.	Криволистный саговник- *Cycas revoluta* Thunb.	Япония
14	Маслиновые- *Oleaceae* Lindl.	Лигуструм - *Ligustrum* L.	Японский лигуструм- *Ligustrum japonicum* L.	Кавказ,Украина Молдавия

15	————————	Жасмин - *Jasminum* L.	Самбакский жасмин- *Jasminum sambac* L.	Китай
16	Платановые- *Platanaceae* Dumort.	Платан- *Platanus* L.	Восточный платан- *Platanus orientalis* L.	Северная Америка
17	Тисовые- *Taxaceae* F. Gray	Тис - *Taxus* L.	Остроконечный тис *Taxus cuspidata* Sieb.	Европа
18	Буковые - *Fagaceae* A.Br.	Дуб- *Quercus* L.	Каменный дуб- *Quercus ilex* L.	Южная Европа
19	Розоцветные - *Rosaceae* Juss.	Шиповник- *Rosa* L.	Обыкновенная роза- *Rosa canina* L.	Китай, Корея, Япония
20	Гортензиевые- *Hydrangeaceae* Dumort.	Гортензия- *Hydrangea* L.	Крупнолистная гортензия *Hydrangea macrophylla* DC.	Япония

Температурный режим г.Баку складывается под влиянием омывающего его моря и прилегающей с запада полупустыни. Средняя годовая температура воздуха равна 14^0С. В общем температурные условия сравнительно благоприятны для произрастания целого ряда листопадных, вечнозеленых лиственных растений и некоторых южных видов хвойных [2; 9, 15].

На территории Национального Приморского бульвара создавая различной формы (овал, прямоугольник, квадрат, рядовые посадки, круг, ромб, лабиринт, цветник и т.д.) композиции посажены вечнозелёные и листопадные древесно-кустарниковые растения из зарубежной и местной флоры – ель, туя, можжевельник, агава, пираканта, платан, дуб и т.д. Вокруг площадок отдыха предназначенных для взрослого поколения и детей расположены цветники и пальмы, каменные террасы бульвара покрыты вьющимися растениями, в основном лоницерой. На фоне эльдарской сосны, кипариса, ели, туи, пальмы, можжевельника, декоративной маслины, хамекипариса, лигуструма и других хвойных, вечнозелёных деревьев и кустарников ландшафтная архитектура Приморского бульвара привлекает сюда многочисленных отдыхающих не только в весенне-летние сезоны, но и в осенне-зимние времена года. Цветники расположенные по всей территориальной полосе бульвара играют значительную роль и в обычные рабочие дни создают весёлое, праздничное настроение. В композициях вокруг декоративных деревьев, кустарников и травянистых растений создана подстилка из цветных мелких камней и газона.

Полоса древесных посадок шириной 10-12 м и высотой 15-17 м снижает скорость ветра в 2 раза на расстоянии от 200 до 600 м. Многие растения обладают способностью производить бактерии убивающие болезнетворные микробы [3; 51].

На территории Национального Приморского Парка, при создании композиций очень искусно использованы малые архитектурные формы. К этим формам относятся различные фигуры – «Дети вокруг фонаря», «Художник», «Мужчина подающий руку», «Играющий в шахматы», фонтаны, разноцветные фонари, скамьи, цветочные горшки. Малые архитектурные формы придают территории бульвара ещё большую красоту, делают отдых приходящего сюда населения удобным и рациональным.

Отдых людей среди зелёных насаждений создаёт условия для их хорошего психологического самочувствия. Ещё в древности люди строили свои жилища в лесу, горах, вокруг рек и озёр. Создание таких растительных биоценозов улучшает жизненную деятельность людей, успокаивает нервную систему, положительно влияет на их здоровье [4; 3].

На территории Национального Приморского Парка особенно привлекает внимание участок из различных видов кактусов. Живая надпись «Бульвар» созданная из лигуструма превратилась в эмблему Национального Приморского Парка. На бульваре растут 3 экземпляра дерева баобаб. Из них самому молодому 50 лет, а остальным 205 и 215 лет. На бульваре многолетние цветы, например, розы и азалии не сменяются в течение сезона, а однолетние цветы сменяются в году два раза. В первый раз они сменяются в начале октября – это осенние цветы и украшают бульвар в

холодные месяцы. Во второй раз – весной сажаются теплолюбивые весенние цветы привезённые в основном их Голландии.

Из хвойных деревьев сосна, ель, кипарис, можжевельник и др. выпуская в окружающую среду значительное количество летучих веществ – фитонцидов уничтожают вредные для организма болезнетворные микробы и обогащают воздух смолистыми веществами [5; 3, 7, 10]..

Для превращения Национального Приморского Парка в жемчужину городского архитектурного ансамбля должны быть созданы новые, различной формы композиции, использованы перспективные, декоративные деревья, кустарники и травянистые растения интродуцированные из местной и зарубежной флоры.Национальный Приморский Парк кроме красивого и удобного парка - наша история, прошлое, настоящее и будущее. Каждый гражданин должен внести свой вклад для процветания родного края

В результате проведения научно-исследовательской работы в Институте Дендрологии выявлено, что изученные в Национальном Приморском Парке местные и интродуцированные из местной и зарубежной флоры виды декоративных деревьев, кустарников и травянистых растений хорошо адаптируются в условиях Апшерона, являются перспективными и в дальнейшем целесообразно их использование в озеленении г.Баку, при создании композиций.

***

1. Агамиров У. М. Ассортимент деревьев и кустарников для озеленения Баку и Апшерона Баку: Азерб. Гос. Изд., 1976, 3 с.
2. Бржезицкий М. В. и др. Вопросы озеленения Апшерона Баку: Изд. Акад. Наук Азерб. ССР, 1956. С. 9, 15.
3. Зарубин Г. П., Никитин Д.П., Новиков Н.В. Окружающая среда и здоровье. Москва: Знание, 1977, 51 с.
4. Mammadov T. S. Ekoloji amillere gore Absheronda yashillashdirma. Baki: Elm nesh., 2004, 3 p.
5. Seferov I.S., Asadov K.S., Celilov Q.H. Yashilliq ve saglamliq. Baki: Cenc-lik nesh., 1977. P. 3, 7, 10.

Ненько Н.И.[1], Киселева Г.К.[1], Ульяновская Е.В.[1], Яблонская Е.К.[2], Караваева А.В.[1], Схаляхо Т.В.[1]

Физиолого-биохимические изменения в побегах яблони в зимне-весенний период

[1]ФГБНУ Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия
[2]ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (Россия, Краснодар)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-18
idsp: scienceconf-03-2021-18

Аннотация

Изучена зимостойкость сортов яблони различного эколого-географического происхождения в условиях изменяющегося климата. Выявлено, что индукция защитного ответа более выражена у отечественных сортов яблони Союз, Прикубанское, Орфей в сравнении с интродуцированными сортами Эрли Мак, Пирос, Лигол. Установлено, что механизмы биохимической адаптации специфичны для каждого сорта и зависят от сложившихся метаболических взаимодействий.

Ключевые слова: яблоня, сорт, зимостойкость, защитный ответ, метаболические взаимодействия

Abstract

Studied the winter hardiness of apple varieties of various ecological and geographical origin in a changing climate. The induction of a protective response is more pronounced in

domestic apple varieties Soyuz, Prikubanskoe, Orfey in comparison with the introduced varieties Erly Mak, Piros, Ligol. It was found that the mechanisms of biochemical adaptation are specific for each cultivar and depend on the prevailing metabolic interactions.

Key words: apple tree, cultivar, winter hardiness, protective response, metabolic interactions

Введение. Устойчивость к стрессовым факторам зимне-весеннего периода является важной составляющей адаптивного потенциала сорта. Адаптация регионального сортимента яблони в условиях меняющегося климата требует оценки наблюдаемых тенденций физиолого-биохимических изменений, связанных с устойчивостью.

В связи с этим мониторинг и детальное изучение физиолого-биохимических процессов в годичном цикле развития яблони является важным для разработки методов диагностики устойчивости и выявлению наиболее адаптивных генотипов. Ответные реакции, позволяющие растениям приспособиться к новым стрессовым условиям затрагивают метаболизм, физиологические функции, гомеостаз и экспрессию генов [1-3].

В зарубежной и отечественной литературе важное место занимают исследования по изучению механизмов стресса, выживания и адаптации растений в условиях глобального изменения климата и действия экстремальных экологических факторов. Достаточно детально изучена проблема зимостойкости и устойчивости растений к пониженным температурам. Создана огромная база данных, показывающая, что развитие зимостойкости, адаптация к пониженным температурам сопровождается рядом физиологических и биохимических изменений, направленных на преодоление действия неблагоприятного фактора[1-3]. К ним относятся изменения в метаболизме углеводов, липидов и фосфолипидов, накопление криопротекторных веществ, что в целом позволяет избежать механического повреждения мембран кристаллами льда, последствий обезвоживания и повреждения клеточных структур [4-8].

Цель настоящей работы – изучить физиолого-биохимические изменения в побегах сортов яблони различного эколого-географического происхождения, выявить сортовые различия в формировании защитного ответа на условия зимне-весеннего периода.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в зимне-весенний период 2019-2020 г. на базе ЗАО ОПХ «Центральное», ЦКП «Приборно-аналитический», лаборатории физиологии и биохимии растений ФГБНУ СКФНЦСВВ, г. Краснодар. Объектами исследований являлись сорта:

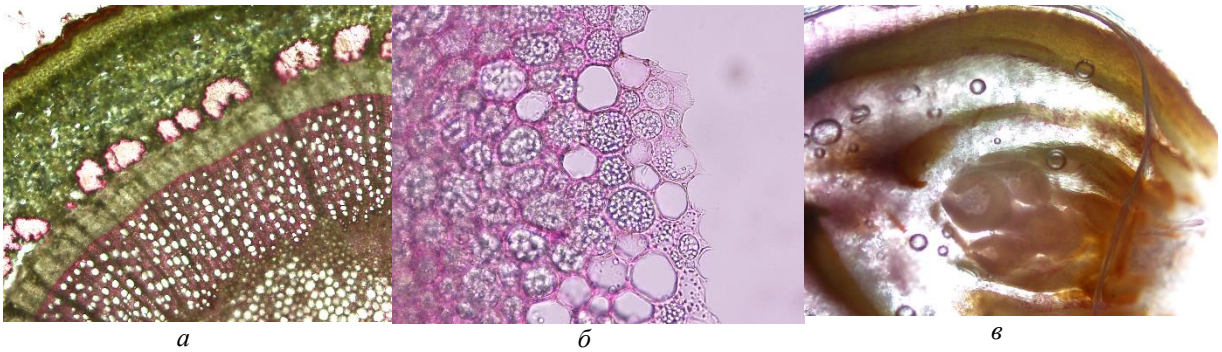
- Айдаред - контроль, (США), Лигол (Польша), Прикубанское (Россия, СКФНЦСВВ) 2010 г. посадки на подвое СК4 при схеме посадки 0,9 х 4,5;
- Фортуна, Союз (Россия, СКФНЦСВВ) 2000 г. посадки на подвое М9 при схеме посадки 2 х 5;
- Эрли Мак (США), Пирос (Германия), Орфей (Россия, СКФНЦСВВ) 1998 г. посадки на подвое М9 при схеме посадки 2 х 5.

Для исследований отбирали полностью вызревшие побеги с трех деревьев каждого сорта в 5-кратной повторности. Показатели водного режима определяли весовым методом после высушивания навесок в термостате при 105 °С до постоянной массы. Содержание крахмала и растворимых сахаров определяли с использованием антронового реактива колориметрически на ФЭК-56 при длине волны 670 нм, красном светофильтре согласно методике. Содержание пролина определяли методом капиллярного электрофореза на приборе Капель 104Р согласно методике, основанной на получении электрофореграммы с помощью прямого детектирования поглощающих компонентов пробы [9]. Опыты проводили в 3-кратной аналитической повторности.

Анатомо-морфологические особенности годичных побегов изучали на временных препаратах поперечных и продольных срезов, сделанных бритвой от руки. Срезы окрашивали основным фуксином и просматривали в капле воды при увеличении 10×10 и 10×20 на микроскопе Olympus BX41 («Olympus corporation», Япония) согласно методике [9]. Экспериментальные данные обрабатывали с помощью общепринятых методов вариационной статистики [10].

Обсуждение результатов. Физиологические и биохимические изменения, происходящие в тканях яблони в период подготовки к зиме, в значительной степени обеспечивают их зимостойкость. Проявление генетически обусловленной зимостойкости зависит от температурного и светового режимов, от количества осадков и их распределения в течение вегетационного периода. Этими факторами определяется не только общее развитие растений яблони, но и своевременное прекращение их роста, что необходимо для «вызревания» древесины и прохождения процесса закаливания, обусловливающих их подготовку к перезимовке [11].

Погодно-климатические условия в осенний период 2019 г. сложились достаточно благоприятными для формирования зимостойкого состояния яблони. Микроскопирование показало своевременное и полное вызревание древесины и других тканей годичных приростов, наблюдалась четкая граница между древесиной и камбием. В перимедуллярной зоне годичных приростов отложился запасной крахмал, почки находились на стадии $V_г$ этапа органогенеза – образование археспориальной ткани в пыльниках (рис.1).



а *б* *в*

Рис. 1. Микрофото годичного побега и плодовой почки яблони в начале зимнего периода 2019-2020 гг. а – поперечный срез побега, видна граница между древесиной и камбием (увеличение 10×10, окраска основным фуксином); б – перимедуллярная зона побега с крахмальными зернами (увеличение 10×20, окраска основным фуксином); в – продольный срез плодовой почки с зачатками цветков (увеличение 10×10, без красителя).

В декабре 2019 г. среднемесячная температура воздуха была выше среднемноголетних значений на 1,3 °С, максимальная температура воздуха поднималась до +16,7 °С, минимальная опускалась до -5,8 °С. *В январе* 2020 г. среднемесячная температура воздуха была выше среднемноголетних значений на 1,5 °С, максимальная температура воздуха поднималась до +12,6 °С, минимальная опускалась до -4,9 °С. В феврале среднемесячная температура воздуха была выше среднемноголетних значений на 2,1 °С, максимальная температура воздуха поднималась до +21,2 °С, минимальная опускалась до -13,7 °С. В марте среднемесячная температура воздуха составляла 9,3 °С, максимальная температура воздуха поднималась до +26,1 °С, минимальная опускалась до -3,3 °С. Среднемесячное количество выпавших осадков в декабре 2019 г. составляло 12,8 мм; в январе 2020 г. – 21,3 мм, в феврале – 17,7 мм, в марте – 17,8 мм.

Важнейшими показателями физиологического состояния побегов в зимний период являются параметры водного режима. В литературе большое внимание уделяется вопросам состояния воды внутри клетки в связи с проблемой

морозостойкости. Известно, что вода является основным субстратом, в котором развиваются реакции, управляющие метаболизмом клетки. Следовательно, от состояния и структуры молекул воды зависит уровень активности биохимических процессов [12]. Снижение оводненности тканей при переходе растений из вегетирующего состояния в состояние покоя принято считать одним из показателей повышения их устойчивости к неблагоприятным факторам среды и этот параметр можно рассматривать как индикатор дифференциации сортов по устойчивости к отрицательным температурам в период зимнего покоя. При этом изменяется соотношение между различными формами воды в сторону уменьшения свободной и повышения доли связанной воды.

В течение зимне-весеннего периода 2019-2020 гг. выявлены различия по содержанию общей воды (оводненности) в побегах различных сортов яблони. В декабре содержание общей воды варьировало от 39,64 % у сорта Айдаред до 45,09 % у сорта Союз (таблица 1).

В марте с началом активации ростовых процессов и выхода из состояния зимнего покоя оводненность побегов увеличилась, в большей степени у сортов Эрли Мак и Айдаред и составляла 47,60 % и 44, 06 % соответственно. Адаптационную устойчивость растений к неблагоприятным условиям зимнего периода характеризует повышенное содержание связанной формы воды. Высокий показатель соотношения связанной формы воды к свободной свидетельствует о высокой устойчивости сорта к зимним стрессам.

Таблица 1

Показатели водного режима побегов яблони в зимне-весенний период 2019-2020 гг.

Сорт	Оводненность, %			Соотношение связанной и свободной воды		
	декабрь	февраль	март	декабрь	февраль	март
Фортуна	44,56±2,31	34,11±1,21	-	3,41±0,05	3,17±0,12	-
Союз	45,09±1,42	41,55±2,01	40,88±2,71	3,42±0,2	3,09±0,02	2,00±0,21
Эрли Мак	43,75±2,35	41,61±3,25	47,6±3,14	1,49±0,05	1,65±0,05	2,61±0,21
Пирос	43,57±1,35	43,84±0,22	41,99±0,58	1,54±0,04	1,56±0,34	2,03±0,02
Орфей	45,00±2,36	41,89±2,35	-	4,08±0,01	4,08±0,23	-
Айдаред	39,64±1,52	39,73±1,12	44,06±1,58	4,50±0,03	4,12±0,02	2,00±0,12
Лигол	43,57±2,34	42,51±2,15	42,96±2,41	2,62±0,01	2,51±0,01	2,46±0,02
Прикубанское	43,25±1,03	44,69±4,12	43,45±3,45	4,31±0,03	4,30±0,12	1,91±0,01
$НСР_{0,5}$	1,44	2,71	2,22	0,99	0,91	0,28

Примечание: - данные отсутствуют

В декабре-феврале низкие показатели соотношения связанной и свободной форм воды (1,49-1,65) наблюдали у сортов Эрли Мак, Пирос, свидетельствующие об их пониженной зимостойкости. Самые высокие показатели соотношения связанной и свободной форм воды (4,31-4,50) в этот период наблюдали у сортов Айдаред, Прикубанское. В марте с началом активации ростовых процессов произошел переход связанной формы воды в свободную, показатели соотношения связанной и свободной форм воды у различных сортов яблони выровнялись и составляли 1,96-2,46.

В период низкотемпературной адаптации в предзимний период накапливаются углеводы, способствующие понижению температуры льдообразования в тканях растений и выполняющие ряд защитных функций [13]. Крахмал, являющийся основным запасным веществом в зимний период способствует формированию повышенной зимостойкости яблони [7]. В клетках коры яблони при микроскопировании он виден в виде овальных гранул (рис. 2).

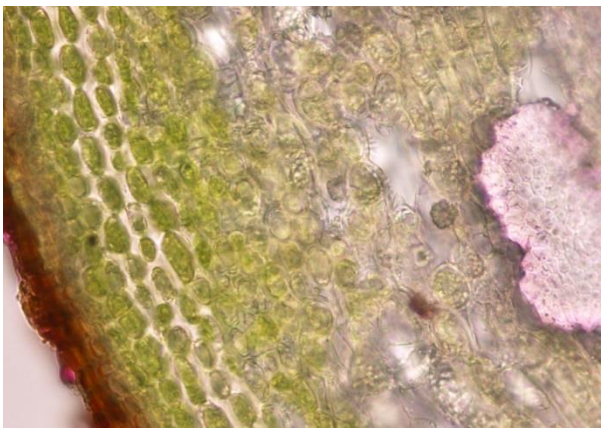


Рис. 2 – Микрофото поперечного среза побега яблони сорта Айдаред в зоне коры в зимний период 2019-2020 гг.

В декабре наибольшее количество крахмала обнаружено у сортов Союз, Лигол, Прикубанское и составляло 1,63-1,97 мг/г сухого вещества (рис.3).

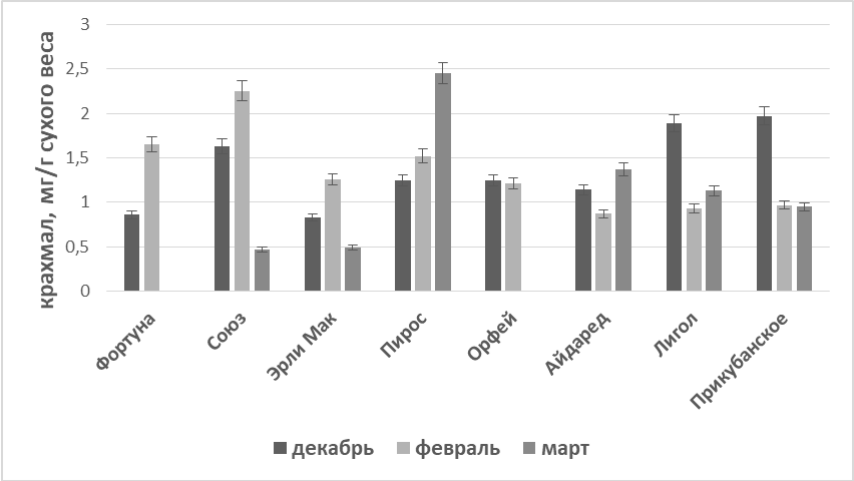


Рис. 3 –Динамика содержания крахмала в коре яблони в зимне-весенний период 2019-2020 гг. НСР $_{0,5}$: декабрь – 0,44; февраль – 0,23; март – 0, 76.

После воздействия пониженных температур в феврале содержание крахмала уменьшилось у сортов Айдаред, Лигол, Прикубанское в связи с его гидролизом с 1,14-1,97 до 0,87-0,97 мг/г сухого вещества.

В марте у сорта Прикубанское содержание крахмала осталось на прежнем уровне, у сортов Пирос, Айдаред, Лигол увеличилось до 1,37-2,45 мг/г сухого вещества в связи с его вторичным синтезом, который затем расходуется на ростовые процессы. Таким образом, у сортов Айдаред, Лигол, Прикубанское динамика содержания крахмала имела важное значение в процессах адаптации к зимним условиям.

При снижении температуры в тканях побега яблони происходит интенсивный гидролиз крахмала, в результате чего образуются олигосахариды. Сахара, накапливаемые в большом количестве, действуют, прежде всего, как осмолиты для поддержания клеточного гомеостаза. В результате повышения общего содержания сахаров, точка замерзания содержимого клеток снижается и образование льда происходит в межклетниках. При этом протопласт постепенно обезвоживается, что препятствует внутриклеточному образованию льда [14, 15].

Известно, что гидролиз крахмала и накопление в цитоплазме водорастворимых сахаров (сахароза, глюкоза, фруктоза) при действии низких температур усиливается у морозостойких сортов [16].

В наших исследованиях определение содержания суммы водорастворимых сахаров (сахарозы, глюкозы, фруктозы), образовавшееся в результате гидролиза крахмала показало, что в феврале его количество увеличилось в сравнении с декабрем у всех изучаемых сортов, а в марте уменьшилось в связи с активацией ростовых процессов.

В феврале максимальное содержание растворимых сахаров (24,90-34,82 мг/г сухого вещества), свидетельствующее об их криопротекторной функции, отмечено у сортов Пирос, Орфей, Айдаред, Лигол. У этих сортов водорастворимые сахара внесли существенный вклад в адаптацию к зимним неблагоприятным условиям (рис. 4).

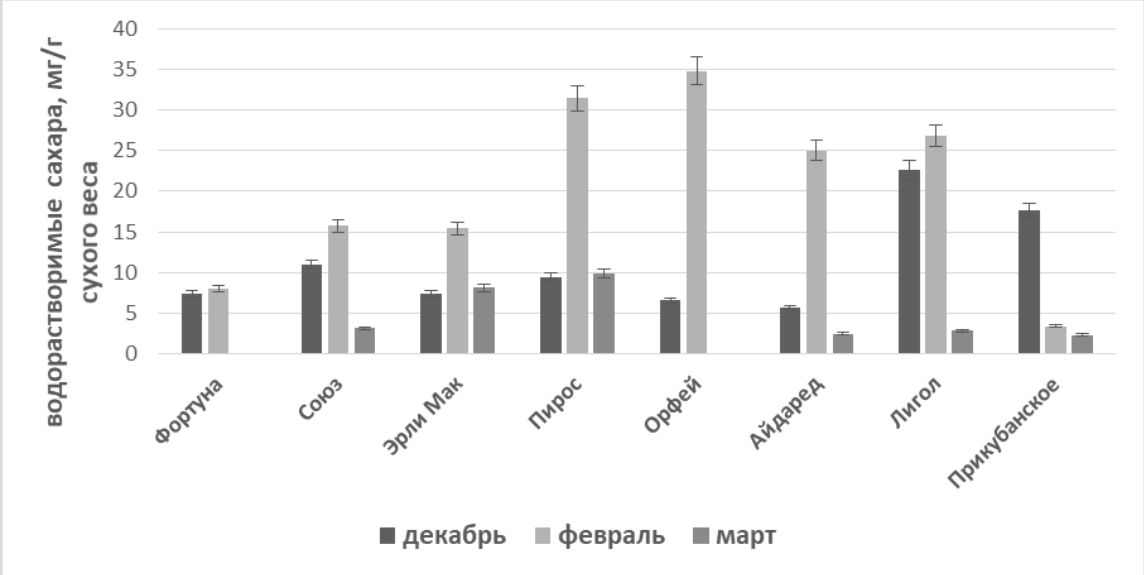


Рис. 4. Динамика содержания водорастворимых сахаров в коре яблони в зимне-весенний период 2019-2020 гг. НСР $_{0,5}$: декабрь – 1,12; февраль – 2,35; март – 1, 56

Сахароза и пролин в зимнее время выполняют роль осмопротекторов, они защищают белки от инактивации в условиях обезвоживания, снижают температуру замерзания содержимого протопласта предотвращая образование кристаллов льда.

Максимальное содержание сахарозы в коре у всех сортов яблони отмечено в декабре 2019 г. и составляло в зависимости от сорта 2,04-5,28 мг/г сухого вещества (рис. 5).

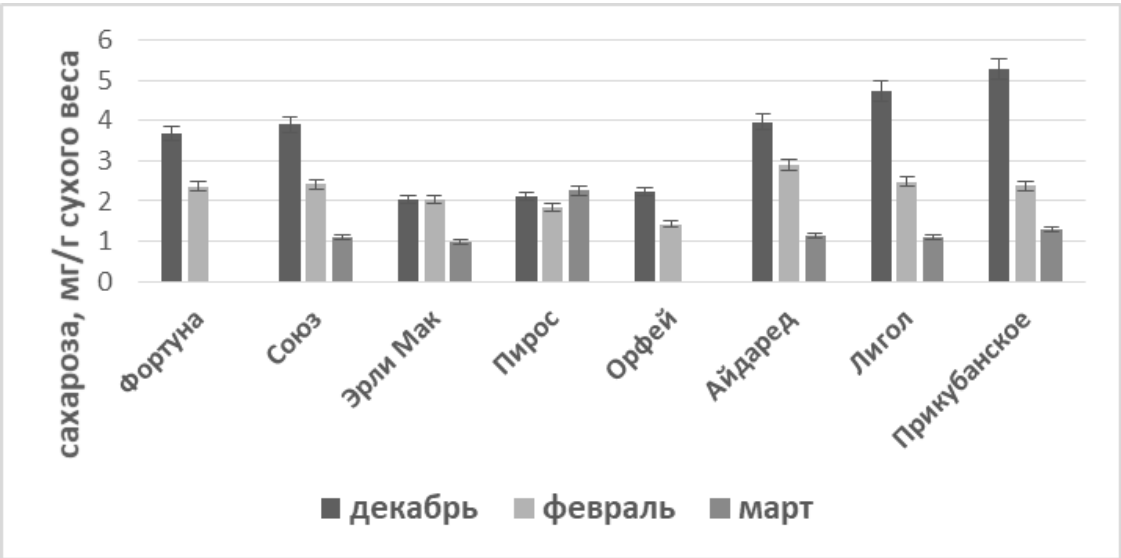


Рис. 5 –Динамика содержания сахарозы в коре яблони в зимне-весенний период 2019-2020 гг. НСР $_{0,5}$: декабрь – 0,75; февраль – 1,24; март – 0, 78.

Наибольшее ее количество отмечено у сортов Фортуна, Союз, Айдаред, Лигол, Прикубанское (3,68-5,28 мг/г сухого вещества). У этих сортов в декабре сахароза выполнила свою защитную функцию как осмопротектор.

В феврале с выходом растений из состояния глубокого покоя содержание сахарозы уменьшилось до 1,42-2,89 мг/г сухого вещества в зависимости от сорта. В марте в связи с усилением ростовых процессов высокое содержание сахарозы сохранилось только у сорта Пирос, у остальных изучаемых сортов оно составляло 0,99-1,30 мг/г сухого вещества.

Следует отметить, что у интродуцированного сорта Пирос (происхождение – Германия) содержание сахарозы почти не изменялось в течение изучаемого периода, и роль осмопротектора выполняли, по-видимому, другие водорастворимые сахара (глюкоза, фруктоза), содержание которых было велико (рис. 4).

Высокая водоудерживающая способность цитоплазмы при низких температурах сохраняется при накоплении низкомолекулярных гидрофильных белков, связывающих значительный объем воды в виде гидратных оболочек. Этому способствует взаимодействие белков с пролином, концентрация которого в этих условиях возрастает [17].

Защитная функция пролина как осмопротектора при адаптации проявилась у сортов Эрли Мак, Пирос, Айдаред, Лигол в декабре 2019- феврале 2020 гг. У этих сортов наблюдали максимальное его содержание – 39,4-50,9 мкг/г сырого вещества (рис. 6).

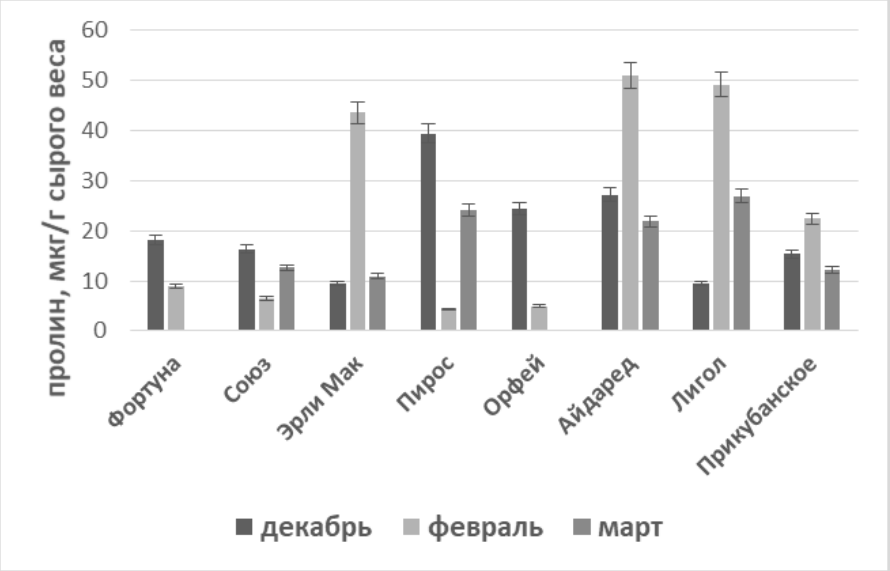


Рис. 6 –Динамика содержания пролина в коре яблони в зимне-весенний период 2019-2020 гг. НСР $_{0,5}$: декабрь – 1,74; февраль – 1,23; март – 2, 06.

Выводы. Проведены сравнительные физиолого-биохимические исследования побегов сортов яблони различного эколого-географического происхождения в условиях зимне-весеннего периода 2019-2020 гг. Выявлены сортовые различия в формировании защитного ответа на условия изменяющегося климата, которые тесно связаны с их происхождением. Показано, что индукция защитного ответа более выражена у отечественных сортов яблони Союз, Прикубанское, Орфей в сравнении с интродуцированными сортами Эрли Мак, Пирос, Лигол.

Установлено, что у сортов Айдаред, Лигол, Прикубанское повышенное содержание связанной формы воды, крахмала, сахарозы, пролина в коре годичных побегов внесли важный вклад в процессы адаптации в зимний период. У сортов Пирос, Орфей, Айдаред, Лигол динамика содержания водорастворимых сахаров имела важное значение в этих процессах.

Наибольшее количество сахарозы, отмеченное в декабре у сортов Фортуна, Союз, Айдаред, Лигол, Прикубанское (3,68-5,28 мг/г сухого вещества), подтвердило свою защитную функцию как осмопротектор. У сорта Пирос содержание сахарозы почти не изменялось и роль осмопротектора выполняли, по-видимому, другие водорастворимые сахара (глюкоза, фруктоза), содержание которых было велико. Таким образом, механизмы биохимической адаптации специфичны для каждого сорта. Вклад различных компонентов защиты в адаптационную устойчивость сорта зависит от сложившихся метаболических взаимодействий. В процессе адаптации возникающие компенсаторные перестройки метаболизма восполняют замену одних протекторов другими.

Полученные результаты подтверждают использование данных физиолого-биохимических параметров в качестве диагностических критериев устойчивости в зимне-весенний период.

***

1. Janska A., Maršík P., Zelenkova S., Ovesna J. Cold stress and acclimation – what is important for metabolic adjustment? // Plant Biology. – 2010. – V. 12. – P. 395-405. https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2009.00299.x
2. Maleki M., Ghorbanpour M. Cold tolerance in plants: molecular machinery deciphered. Biochemical, physiological and molecular avenues for combating abiotic stress tolerance in plants. – Academic Press, 2018. – P. 57-71. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813066-7.00004-8
3. Ruelland E., Vaultier M.-N., Zachowski A., Hurry V. Cold signaling and cold acclimation in plants // Advances in Botanical Research. – 2009. – V. 49. – P. 35-149.
4. Arora R., Taulavuori K. Increased risk of freeze damage in woody perennials VIS-À-VIS climate change: Importance of deacclimation and dormancy response // Frontiers in Environmental Science. – 2016. – №. 4. – P. 44. https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00044
5. Войников В.К. Энергетическая и информационная системы растительных клеток при гипотермии. – Новосибирск: Наука, 2013. – 212 с.
6. John R., Anjum N.A., Sopory S.K., Akram N.A., Ashraf M. Some key physiological and molecular processes of cold acclimation // Biologia Plantarum. – 2016. – V. 60. – P. 603-618.
7. Красова Н.Г., Галашева А.М. и др. Об устойчивости яблони к неблагоприятным условиям зимнего периода // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – №1. – С. 42-49.
8. Киселева Г.К., Ненько Н.И., Мишко А.Е., Караваева А.В., Ульяновская Е.В. Физиолого-биохимическая оценка морозостойкости сортов яблони после воздействия низкотемпературного стресса [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 65(5). С. 165–178. URL: http://journalkubansad.ru/pdf/20/05/13.pdf. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-5-65-165-178.
9. Ненько Н.И., Киселева Г.К. Физиолого-биохимические методы оценки сортов плодовых культур для адаптивной селекции и промышленного возделывания // Современные методология, инструментарий оценки и отбора селекционного материала садовых культур и винограда. – Краснодар, 2017. – С.66-78.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., 1979. – 463 с.
11. Wu D., Kukkonen S., Luoranen J., Pulkkinen P. Influence of late autumn preconditioning temperature on frost hardiness of apple, blueberry and blackcurrant saplings // Scientia Horticulturae. – 2019. – № 258. – P. 108755. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108755
12. Ненько Н.И, Киселева Г.К., Караваева А.В., Ульяновская Е.В. Физиолого-биохимическая оценка устойчивости растений яблони к стрессорам зимнего и летнего периодов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – № 3 (6). – С. 65-71.
13. Ma Y., Zhang Y., Lu J., Shao H. Roles of plant soluble sugars and their responses to plant cold stress // African Journal of Biotechnology. – 2009. – № 8. – P. 2004-2010.
14. John R., Anjum N.A., Sopory S.K., Akram N.A., Ashraf M. Some key physiological and molecular processes of cold acclimation // Biologia Plantarum. – 2016. – V. 60. – P. 603-618.
15. Theocharis A., Clement C., Barka E.A. Physiological and molecular changes in plants grown at low temperatures // Planta. – 2012. – V. 235. – P. 1091-1105.
16. Rosa M., Prado C., Podazza G., Interdonato R., González J. A., Hilal M., Prado F. E. Soluble sugars Metabolism, sensing and abiotic stress // Plant Signal Behav. – 2009. – V. 4. – P. 388-393.
17. Колупаев Ю.Е., Вайнер А.А., Ястреб Т.О. Пролин: физиологические функции и регуляция содержания в растениях в стрессовых условиях // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія біологія. – 2014. – Вып.2. – С. 6-22.

Ховалыг Н.А.[1], Донгак В.Ч.[2]

Фитоценозы *eriophyes hippophaenus nal.* в устье реки Дагыр-Шеми республики Тыва

[1]ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет»
[2]Национальный музей «Алдан-Маадыр»
(Россия, Кызыл)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-19
idsp: scienceconf-03-2021-19

Ареал распространения облепихи велик, в Англии по морским утесам от Конта до Йоркшира, по всей приморской и горной части Западной Европы, в центральной Швеции и Норвегии, по Балтийскому побережью, на побережье Северного и Балтийского морей, протянулась через Урал по Сибири, произрастая в горах Тянь-Шаня и простирается до Дальнего Востока [2, С. 98; 1, С. 114].

В Сибири самые обширные площади облепиховых естественных фитоценозов выявлены в Тыве, Бурятии, на Алтае [4, С. 34; 16, С.201]. Данные сведения позволяет необходимость их изучения и оценки перспективы продукции облепихи для использования в условиях рыночной экономики.

Экспедиционно-маршрутными обследованиями естественных фитоценозов облепихи Сибири и Монголии выявлено «разнообразие вредителей и болезней на облепихе в условиях Тывы, чего не встречали в других регионах» [8, С. 5].

В условиях Тувы особенностью реализации биоресурсного потенциала облепихи является высокая зависимость ее урожайности от комплекса биотических стрессоров. На продуктивность и самовосстановление облепихи в районах Республики Тыва влияют природные и антропогенные факторы. Наиболее существенное влияние на размеры популяций и урожайность облепихи оказывали антропогенные факторы и вредные организмы [13, С. 224].

Материалы и методы.

Исследования природных облепиховых фитоценозов на территории Республики Тывы проводили методом экспедиционно-маршрутных обследований по общепринятым методиками геоботаники [11, С. 78]. В Дзун-Хемчикском районе были проведены изучение параметрических показателей и определяли морфологические признаки: высоту растений, число побегов, число и величину (длину и ширину) [5, С. 88; 6, С.104].

Исследования облепиховых фитоценозов проводили в устье речки Дагыр-Шеми в одном из районов основных мест произрастания её в Республике Тыва. Речка Дагыр-Шеми является притоком реки Хемчик, протекает на территории Дзун-Хемчикского района вблизи населённого пункта Чыраа-Бажи, расположенного в Хемчикской котловине. Село Чыраа-Бажи расположено по проекции Гаусса в восточной долготе 91°03′13″, северной широте 51°10′14″. Географическая карта территории долины реки Дагыр-Шеми по данным аэрокосмических съёмок показана на рисунке 1.

Анализ ценофлор синтаксонов осуществляли с использованием традиционных методов флористики. Определена характеристика спектров жизненных форм, типы ареалов. Проводили описание структуры и эколого-флористическая классификация редко и спорадически встречающихся сообществ, а также оценка продуктивности и ценности фитоценозов. Фитоценозы облепихи обособлены отдельными куртинами в смеси с лиственными породами: ивой, тополем, берёзой, караганой и др. Облепиха и часть территории расположена в пределах лесной зоны широколиственных лесов. Среди древесных пород расположен луг пойменный злаково-типчаково-разнотравный. Облепиховые фитоценозы по месту произрастания условно разделили на три площадки. Размер пробных площадок для выявления флористического состава фитоценозов определяли опытным путем в одном из трех вариантов.

Нами изучено состояние облепихи на трёх вариантах площадью в 100 м^2

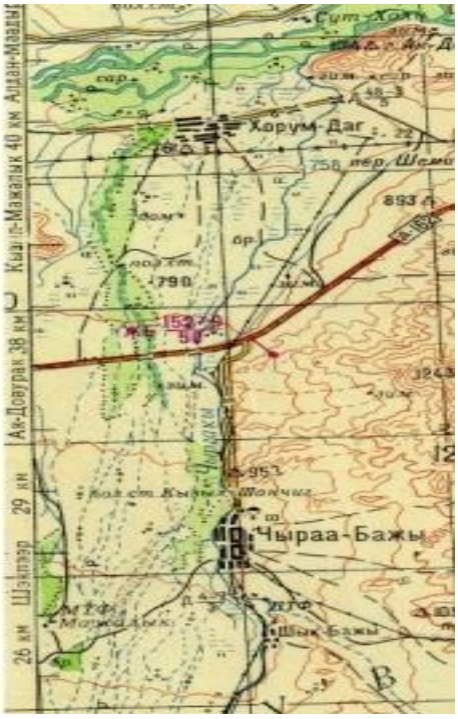


Рисунок 1. Карта долины речка Дагыр-Шеми Дзун-Хемчикского района с пересыхающими руслами по данным аэрокосмических съёмок (2012)

Первая площадка характеризовалась женскими и мужскими формами облепихи, имеется наличие порослей. Травянистый покров облепишников был довольно густой. На второй площадке облепиха росла в затопляемой пойме, которая пересыхала в летний период при отсутствии дождей. Фитоценоз представлял собой 5-10-летние заросли облепихи средней высоты. Третья площадка состояла из кустов облепихи в возрасте до 17 лет, среди которых произрастала ива. Здесь отмечалось обильное произрастание злаково-бобовых трав и умеренный процесс самовосстановления облепихи.

Размер пробных площадок для выявления флористического состава фитоценозов определены опытным путем, использовав мини-ареал с естественными границами на площади 25 м^2. В опытном участке к изучению всего подвергались 95 взрослых кустов. Основой экологического исследования явились изучение общего состояния растений, воздействие и влияние разных факторов среды, выяснение их причин, изучение состояния растительного покрова. Растительный покров опытного участка изучено по методике флористического определения и методу геоботанического описания состава растений по семействам с учетом частоты встречаемости и биологических групп в период фенологического развития по классификации растительных формаций. Разработка положения экологических факторов и концепции экологического ареала, облепиховых ценозов осуществлялись на основе анализа биогеографических и эколого-фитоценологических позиций. Обилие покрытия видов оценивали по 7-балльной комбинированной шкале *J. Braun-Blanquet*: r – очень редко (1–4 особи); «+» – особи разреженны и покрывают до 1 % площадки; 1, 2, 3, 4 и 5 – покрыто соответственно 1–5, 5–25, 25–50, 50–75 и более 75 % площадки. Степень постоянства видов в ценозах указывали по 5–балльной шкале: I, II, III, IV и V – соответственно 1–20, 21–40, 41–60, 61–80 и 81–100 %. Обработку описаний проводили табличным методом. Основа методов исследований и геоботаническая описание осуществлялись по материалам Поцепай (2008) [10, С. 92]. Обработку данных проводили табличными методами. Результаты обрабатывали статистическими методами дисперсионного анализа по

Доспехову (1985) [3]. Экспериментальные данные проведены статистической обработкой с применением методов дисперсионного и корреляционного анализа с использованием пакета прикладных программ Excel и SNEDECOR по Сорокину (2004), так же определены показатели вариационной статистики для массива данных [12] .

Результаты и обсуждение.

Почвенный покров в устье реки Дагыр-Шеми Дзун-Хемчикского района на исследуемых участках состоял преимущественно из супесчаной и легкосуглинистой каштановой почвы с разным содержанием гумуса. Содержание гумуса по Мачигину на исследуемых участках было средним, изменялось от 2,27 % (площадка 2) до 3,52 % (площадка 1), составляя в среднем 2,74 %. Сформированные преимущественно под травянистой растительностью в условиях континентального климата, характерного для Тывы, каштановые почвы обычно содержат от 1,5 до 4,5 % гумуса. Агрохимический анализ выявил довольно высокое (0,33 - 0,43 %) содержание общего азота по сравнению с обычным его содержанием в почвах - в пределах 0,05 - 0,5 %, среднее содержание подвижных форм фосфора (16-20 мг/кг) и калия (147-187 мг/кг) при нейтральной и слабощелочной реакции почвенного раствора (pH 7,0 - 7,4). Менее плодородная почва на площадке 2, особенно по содержанию гумуса и общего азота, обусловила низкорослость облепихи и отмеченное ранее менее интенсивное прохождение процессов её самовосстановления.

Состояние облепихи нами изученных на трёх вариантах площадью в 100 м^2 каждая характеризовалась особенностями. Первая площадка характеризовалась женскими и мужскими формами облепихи, высота которых изменялась от 2,5 до 4,5 м. Возраст растений облепихи достигал 20 лет. Выявлено самовосстановление облепихи: численность поросли составляла в среднем 20 экз./м^2. Травянистый покров облепихового участка был довольно густой, достигая 95 экз./м^2. На второй площадке облепиха росла в затопляемой пойме, которая пересыхала в летний период при отсутствии дождей. Фитоценоз представлял собой 5-10-летние заросли облепихи высотой 1,4 – 1,8 м. Среди зарослей облепихи произрастала разновозрастная карагана. Злаково-разнотравная ассоциация трав под кустами облепихи насчитывала в среднем 92 экз./м^2. Отмечено явление медленного самовосстановления облепихи: молодая поросль составляла только 5 экз./м^2, или в 4 раза меньше, чем на первой площадке. В период осеннего обследования обильным плодоношением отмечались растения в возрасте до 20 лет. Третья площадка состояла из кустов облепихи в возрасте до 17 лет высотой до 2,7 м, среди которых произрастала ива. Здесь отмечалось обильное произрастание злаково-бобовых трав и умеренный процесс самовосстановления облепихи, примерно, как на первом участке: численность поросли достигала 22 экз./м^2.

Корреляционный анализ выявил достоверную умеренную обратную связь между численностью поросли облепихи и численностью конкурирующей с ней многолетней травянистой растительности: $r = -0{,}435 \pm 0{,}137$.

Максимальная высота кустов облепихи на площадке 1 совпадала с самым высоким содержанием здесь гумуса в почве - выше в 1,4-1,6 раза по сравнению с двумя другими площадками и особенно площадкой 2. Такая же интенсивность процессов самовосстановления облепихи отмечена на площадке 3, однако этот участок был на 46,8 % менее густо покрыт разнотравьем, а следовательно, характеризовался более благоприятными условиями для укоренения и приживления поросли облепихи. На всех трёх площадках изучено морфологических и продуктивных признаков облепихи: высота кустов, число и высота побегов, число, длина и ширина листьев, длина колючек, ширина, длина и масса 100 плодов.

Среднее положение по высоте кустов при максимальном варьировании показателей занимала третья площадка: здесь зафиксирована самая большая высота мужских кустов облепихи – 4,5 м, а коэффициент вариации достигал 50,4 %.

Варьирование морфометрических параметров облепихи в фитоценозах обусловлено, на наш взгляд, несколькими причинами:

1) Разновозрастным составом растений облепихи и их соотношением в структуре фитоценозов. Кусты на первой площадке находились преимущественно в периоде старения и убывания плодоношения, достигая 16-20 лет, в то время как на второй, а особенно третьей площадке, преобладали разновозрастные кусты с началом массового плодоношения – 5-9 лет и устойчивого плодоношения – 10-15 лет. Данные по высоте и возрасту кустов согласуются с массой 100 плодов, которая была минимальной у облепихи на первой площадке и максимальной - на третьей.

2) Антропогенным прессом (давлением), связанным со сбором людьми плодов облепихи способом обламывания плодоносящих веток. Из трёх изученных участков наиболее посещаемыми были первый и второй: на первом участке осуществлялся также выпас телят, а на втором, окружённым тропой, массовый сбор плодов ветками, поскольку возраст кустов на этом участке 5-10 лет относился к периоду массового плодоношения. Антропогенный пресс на третьем участке был минимальным и здесь отмечен самый крупный размер плодов облепихи.

3) Самые высокие кусты произрастали на почве первого участка с относительно высоким содержанием гумуса (3,52 %) и подвижных форм фосфора (20 мг/кг P_2O_5), в то время как почва второго участка с самыми низкими кустами имела и самый низкий показатель гумуса в почве (2,27 %), самое низкое содержание общего азота (NO_3 0,33 % против 0,42 и 0,43 % на других участках).

Таким образом, полученные результаты показывает, что на территории Тывы в естественных фитоценозах в устье речки Дагыр-Шеми варьировала от 1,12 до 4,50 м, т.е. морфометрический показатель высота растений больше в 4 раза. Растения отличались по высоте кустов: более выравненные и высокие кусты характерны для первой площадки: их средняя высота составляла 2,6 м, а коэффициент вариации не превышал 3,9 %. Самыми низкорослыми были кусты облепихи на второй площадке – в среднем всего лишь 1,33 м, или на 48,8 % ниже по сравнению с первой произрастают растения облепихи, высота которых варьирует в пределах 1,2-4,5 м. Статистическая обработка данных по высоте растений свидетельствует о значительном варьировании этого признака, характеризуя биологическое разнообразие облепихи, представляющегося собой ресурс для отбора, как высокорослых, так и низкорослых форм.

***

1. Букштынов,А.Д. Облепиха / А.Д. Букштынов, Т.Т. Трофимов, Б.С. Ермаков. – М.: Лесная пром-ть, 1985. – 183 с.
2. Гатин Ж.И. Облепиха / Ж.И. Гатин. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 159 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической. обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Екимов, И.В. Условия произрастания облепихи в долине р. Кош-Терек Тувинской АССР / И.В. Екимов, А.Е. Богомолова // Облепиха в культуре. –Барнаул, 1970. – С. 34–36.
5. Моисейченко В.Ф. Методика полевого опыта в плодоводстве и овощеводстве / В.Ф. Моисейченко. – Киев: Высшая школа, 1988. – С. 88–107.
6. Определитель растений Тувинской АССР / Под ред. М.Н. Ломаносова, И.М. Красноборов, Е.Ф. Пеньковская и др. – Новосибирск: Наука, 1984. – 175 с.
7. Пантелеева, Е.И. Методика селекции облепихи на Алтае / Е.И. Пантелеева // Достижения науки и техники, 2009 а. – № 7. – С. 5–8.
8. Поцепай, Ю.Г. Разнообразие и биологическая продуктивность редких синантропных сообществ Брянской области / Ю.Г. Поцепай // Сельскохозяйственная биология, серия биология растений. – 2008. – № 1. – с. 91–95.
9. Салатова Н.Г. Облепиха в Сибири / Н.Г. Салатова, Л.Н. Литвинчук, А.М. Жуков. – Новосибирск: Наука, Сиб. отделение. 1974. – 131 с.
10. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере / О.Д. Сорокин. –Новосибирск, 2012. – 282 с.
11. Торопова Е.Ю. Биологическое разнообразие и продуктивность облепихи в естественных фитоценозах Тывы/ Е.Ю. Торопова, Н.А. Ховалыг // Плодоводство и ягодоводство России. 2013, Т. 37, № 2. – С. 223–231.
12. Чулкина В.А. Интегрированная защита растений фитосанитарная оптимизация агроэкосистем (термины и определения) / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов и др. – М.: Колос, 2010. – 482 с.
13. Ширипнимбуева Б.Ц. Садоводство в Бурятии: монография / Б.Ц. Ширипнимбуева, К.А. Арбаков, Н.К. Гусева, Ю.М. Батуева. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2010. – 384 с.

Юшкова Л.Я., Смолянинов Ю.И., Донченко Н.А., Донченко А.С.

Новые виды ветеринарных услуг и расценки на их выполнение

СФНЦА РАН
(Россия, Новосибирск)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-20
idsp: scienceconf-03-2021-20

Аннотация

В последние годы увеличивается потребность населения в оказании ветеринарных услуг. Это объясняется ростом благосостояния населения, увеличением в связи с этим количества домашних животных и заботой людей за их здоровьем.

Ключевые слова: ветеринарные услуги, расценки, стоимость выезда.

Abstract

The need for veterinary services has been increasing in recent years. This is due to the growing well-being of the population, the increase in the number of pets in this regard and the concern of people for their health.

Keywords: veterinary services, rates, departure costs.

Происходит усиленное развитие частной системы ветеринарии, что повышает значение изучения данной проблемы.

Результаты. Уже в 70-е годы XX века была личная собственность на животных, но при этом ветеринарная помощь оказывалась в рамках государственной ветеринарии бесплатно вплоть до 1987 года. Платные ветеринарные услуги появляются с 1987 года, с момента отмены п. 4 Ветеринарного устава СССР 1967 года, гласящего о том, что «ветеринарная помощь оказывается бесплатно» [3]. Ветеринарные услуги — это вид услуг. В данной статье мы рассмотрим следующие подвиды ветеринарных услуг: терапия, диагностика, иммунизация, эвтаназия. Под терапией понимается «мероприятие или комплекс мероприятий, направленных на восстановление здоровья и продуктивности больных животных, лечение может быть индивидуальным, если оно направлено на восстановление здоровья одного животного или групповым, если лечебному воздействию по единой методике подвергается десятки, сотни и даже тысячи животных». Диагностика (от греч. Diagnostikos — способный распознавать) — это «процесс исследования больного животного, распознавания нарушений и реакций организма, составляющих сущность болезни». Правилами оказания платных ветеринарных услуг предусмотрен такой подвид ветеринарных услуг как иммунизация (от лат. Immunis –свободный, избавленный от чего-либо) — метод специфической профилактики (иммуно — профилактики) инфекционных болезней путем создания в организме искусственного иммунитета. Эвтаназия (эутаназия) — быстрое и безболезненное умерщвление животного, не вызывающее у него ощущения тревоги или страха. Еще одна классификация ветеринарных услуг — это услуги, оказываемые по поводу лечения домашних, безнадзорных и диких животных. Также классификация ветеринарных услуг по объектам может быть осуществлена путем деления их на ветеринарные услуги, оказываемые по поводу лечения продуктивных и непродуктивных животных, т.е. в зависимости от видов животных. По способам предоставления ветеринарные услуги можно классифицировать на те, которые оказываются в стационаре, и амбулаторно. Услуги ветеринарные: Проведение хирургических операций у домашних животных (кастрация, подрезка рогов и копыт у скота, ампутация ушных раковин и хвоста у собак и прочие)», т.е. опять законодатель не разграничивает понятия «услуги» и «работы».

Ветеринарные услуги можно классифицировать по праву собственности: явно выраженный собственник (домашние, зоопарковые животные, дикие) и неявно выраженный собственник (мигрирующие животные).

Есть классификация ветеринарных услуг по направленности их оказания:

ветеринарные услуги, направленные только на животных — клинические, лечебно-профилактические, терапевтические, хирургические, акушерско-гинекологические, иммунизация (активная, пассивная), дегельминтизация и другие; ветеринарные услуги, направленные на животных и на людей — все виды лабораторных исследований, проведение ветеринарно-санитарной экспертизы продовольственного сырья и пищевых продуктов животного происхождения, дезинфекция, дезинсекция, дератизация.

Возможна разработка национальных стандартов, которые бы устанавливали правила и приемы оказания конкретного вида ветеринарной помощи определённым, возникающих при оказании ветеринарных услуг. В соответствии с требованиями специалистом. При определении цены, на наш взгляд, следует учесть особенности отношений ст. 780 ГК РФ исполнитель должен лично оказать услугу. Как отмечается в литературе, «поскольку личности исполнителя придается такое большое значение, нельзя утверждать, что исполнение одних и тех же услуг разными исполнителями должно оцениваться одинаково (или приблизительно одинаково)». При оказании ветеринарных услуг также следует отметить, что если животное выздоравливает, то речь идет о качественном оказании ветеринарной услуги и возможности исполнителя требовать выплаты дополнительного вознаграждения. Так, согласно Правилам оказания платных ветеринарных услуг исполнителем является организация независимо от ее организационно-правовой формы, а также индивидуальный предприниматель, оказывающие ветеринарные услуги потребителям по возмездному договору.

В связи с особенностями ветеринарной услуги предъявляются повышенные требования к профессионализму исполнителя, так как от качества оказанной ветеринарной услуги зависит жизнь и здоровье не только животного, но при оказании отдельных видов ветеринарных услуг — также и человека. Есть мнение, что «профессионализм предпринимателя состоит в наличии у него определенной квалификации или информации, необходимой для принятия и реализации решений: в осуществлении предпринимательской деятельности по определенным правилам и методикам, которые чаще всего имеют нормативное закрепление». Требования к квалификации исполнителя — ветеринарного врача или ветеринарного фельдшера предъявляются Законом РФ «О ветеринарии». Так, согласно ст. 4 данного Закона право на занятие ветеринарной деятельностью имеют специалисты в области ветеринарии с высшим или средним ветеринарным образованием. Ветеринарную помощь животным, находящимся в условиях ограничения их свободы (в зоопарках, заповедниках и цирках), оказывают ветеринарные врачи, работающие по трудовому договору в зоопарке или заповеднике. В случае же, если возникает необходимость проведения сложных хирургических операций или других видов ветеринарных услуг, то юридическое лицо — зоопарк может заключить договор с ветеринарной организацией по поводу лечения животных специалистом ветеринарной клиники, специализирующимся на лечении диких животных.

При лечении безнадзорных животных стороной по договору возмездного оказания ветеринарных услуг является владелец животного, у которого животное временно находится на содержании (ст. 230-232 ГК РФ). Согласно п. 6 Правил оказания платных ветеринарных услуг информация об оказываемых ветеринарных услугах в обязательном порядке должна включать следующие сведения: перечень основных видов платных ветеринарных услуг (работ) и формы их предоставления; прейскуранты на ветеринарные услуги; образцы препаратов, лекарственных средств и др.; средства ветеринарного назначения, применяемые при оказании платных

ветеринарных услуг; образцы типовых договоров, квитанций, жетонов, расписок, талонов и других документов, удостоверяющих исполнение и оплату услуг (работ); сведения о льготах, предусмотренных для отдельных категорий потребителей (инвалидов, участников Великой Отечественной войны и т.д.) в соответствии с законодательством Российской Федерации; нормативные документы по вопросам ветеринарного обслуживания животных; сведения об органе по защите прав потребителей; сведения о местонахождении (юридический адрес) исполнителя и местонахождении организации, уполномоченной на принятие претензий от потребителей; указание на конкретное лицо, которое будет оказывать ветеринарную услугу, и информацию о нем, если это имеет значение исходя из характера ветеринарной услуги. Формы оплаты оказываемой ветеринарной услуги определяются по соглашению между потребителем и исполнителем (п. 14 раздела 5 Правил оказания платных ветеринарных услуг). Так, в соответствии с п. 2 ст. 161 ГК РФ в простой письменной форме должны совершаться сделки граждан между собой на сумму, превышающую не менее чем в десять раз установленный законом минимальный размер оплаты труда, а в случаях, предусмотренных законом, — независимо от суммы сделки. Согласно ст. 5 Федерального закона от 22 мая 2003 г. N 54-ФЗ* индивидуальный предприниматель, оказывающий ветеринарные услуги, при осуществлении расчетов с гражданином должен выдавать в момент оплаты, отпечатанные контрольно-кассовой техникой кассовые чеки. Выдача кассового чека считается оформлением правоотношений в письменной форме. Таким образом, можно сделать вывод, что оказание ветеринарных услуг индивидуальными предпринимателями также осуществляется в простой письменной форме, несмотря на отсутствие единого документа. При оказании разовых ветеринарных услуг, таких, как проведение профилактических прививок, разовая консультация терапевта, и в случае если момент заключения договора совпадает с моментом его исполнения, отношения сторон оформляются путем записи в соответствующую регистрационную книгу и выдачи квитанции. Квитанция, выданная владельцу животного в подтверждение приема наличных денежных средств за оказываемую ветеринарную услугу и факта заключения договора возмездного оказания ветеринарных услуг, и будет являться доказательством в суде при рассмотрении дел об ответственности за ненадлежащее оказание платных ветеринарных услуг. Ветеринарная услуга является профессиональной услугой, поэтому ветеринарный врач, являясь специалистом в конкретной области ветеринарной медицины, должен объяснить заказчику-владельцу животного, как необходимо лечить данное заболевание и какие возможны последствия применения тех или иных ветеринарных препаратов, могут ли быть побочные эффекты. При обнаружении недостатков оказанной ветеринарной услуги потребитель-владелец животного вправе потребовать безвозмездного устранения недостатков ветеринарной услуги или повторного оказания ветеринарной услуги, либо требовать возмещения понесенных им расходов по устранению недостатков оказанной услуги третьими лицами (п. 1 ст. 29 Закона РФ «О защите прав потребителей»). Таким образом, ответственность ветеринарного врача будет заключаться в возмещении убытков (ст. 782 ГК РФ). Моральный вред по решению суда может быть возмещен владельцу животного вне зависимости от возмещения имущественного вреда на основании ст. 151 ГК РФ и ст. 15 Закона РФ «О защите прав потребителей».

Кроме того, зная размещение объектов обслуживания, расстояние до них, состояние дорог, установили затраты времени на переезды до мест обслуживания и обратно. Доставка ветеринарного специалиста от горстанции по борьбе с болезнями животных до объёкта увеличивает время на проведение обработок в изучаемых регионах в 2-6 раз.

Таблица 1.

Новый вид услуги

1	Экспресс диагностика на наличие коронавируса у кошек	1 голова	978,33р.	195,67р.	1174,00р.
2	Экспресс диагностика на наличие парвовируса и коронавируса у собак	1 голова	978,33р.	195,67р.	1174,00р.

Виды ветеринарных услуг могут быть различные в зависимости от востребованости хозяев животных [6].[Табл.2].

Таблица 2.

Стоимость тримминга в грумминг салоне (услуги, стрижка собак разных пород)

№ п./п.	Наименование услуги	Единица измерения	Цена услуги	В т.ч. НДС
1.	Джек Рассел терьер	1 голова	1750,00 р.	2100,00р.
2.	Грифон	1 голова	1750,00р.	2100,00р.
3.	Скотч терьер	1 голова	1833,33р.	2200,00р.
4.	Вест хайленд Уайт терьер	1 голова	1833,33р.	2200,00р.
5.	Такса	1 голова	1833,33р.	2200,00р.
6.	Цверкшнауцер	1 голова	2083,33р.	2500,00р.
7.	Фокс терьер	1 голова	2083,33р.	2500,00р.
8.	Вельштерьер	1 голова	2250,00р.	2700,00р.
9.	Ризеншнауцер	1 голова	4583,33р.	5500,00р.

Исследования, проведенные в США еще в 90-х годах, позволили определить 10 основных критериев, по которым клиент судит о качестве работы ветеринарного учреждения. 1.Надежность, которая включает последовательность в действиях врача и то, что он держит слово, например, звонит, если пообещал. 2.Отзывчивость, заключающаяся в том, на сколько быстро и охотно обслуживают клиента в клинике. 3.Компетентность персонала клиники. 4.Доступность, то есть возможность общения с тем специалистом, который предоставляет услуги, а так же дружелюбная атмосфера и простота общения с персоналом клиники. 5.Учтивость, проявляющаяся во внимании со стороны сотрудников клиники': 6.Общительность, заключающаяся в контакте с клиентом; уделение времени на объяснения, способность терпеливо выслушивать проблемы, с которыми клиент хочет поделиться с врачом. 7.Доверие к врачу, подразумевающее его честность, неподкупность, надежность и хорошую репутацию. 8.Безопасность, то есть отсутствие риска, сомнений и даже опасности. 9.Знание, понимание клиента: старание врача удовлетворить индивидуальные потребности клиента. 10.Обстановка, оборудование клиники, инструменты, внешний вид персонала и уровень оплаты за профессионализм. Эти исследования получили широкое одобрение среди врачей не только США, но и многих европейских стран, включая Россию.

Обратите внимание, что расценки на услуги вообще не рассматривались широким кругом владельцев животных как критерий качественной работы клиники, а такие, казалось бы, важные аспекты популярности у клиентов как оборудование клиники и внешний вид клиники стоят на самой последней позиции. Конечно же, техническое оснащение клиники, удобство, внешний вид помещения и персонала играет свою роль в привлечении клиентов в клинику, но, как видно из опроса, далеко не самую главную. Подавляющее большинство клиентов ветеринарных клиник в своем выборе ориентируются именно на уровень общения персонала клиники, на доступность информации о состоянии больного животного, возможность получить не только профессиональную помощь, но и понимание, сочувствие ветеринарного специалиста. Тем самым, отдавая приоритет этическим аспектам работы ветеринарного специалиста [4,с.,18].В заключение хотелось бы привести несколько основных требований посетителей ветеринарных клиник (давно нам известных). Этот полезный список был

также опубликован в результате исследований, проведенных в США психологом Каролиной Джевринг в 1995 году [5].

1.Необходимо признать, что время клиента имеет особую ценность и принимать его без опозданий. 2.Проявлять интерес к клиентам, их детям и животным. 3.Проявлять большое внимание к животному. 4.Аккуратно относиться к животному, не применять без необходимости жестокого к нему обращения. 5.0бращаться к клиенту и его животному по имени. 6. Проявлять дружелюбие к посетителям клиники. 7.Точно информировать клиента о стоимости услуг (и, по возможности, о дополнительных затратах). 8.Давать консультации по телефону.

Выводы

1. Основной задачей государственной ветеринарной службы является предупреждение и ликвидация болезней животных, их лечение, в том числе ликвидация очагов особо опасных болезней животных, защита населения от болезней, общих для человека и животных.
2. При оказании ветеринарных услуг цена определяется на основании прейскуранта цен, который разрабатывается ветеринарной организацией на основании правил оказания платных ветеринарных услуг.

***

1. Никитин, И.Н. Организация государственного ветеринарного надзора/ И.Н. Никитин.- М: Зоомедлит, 2010.-263 с.: ил. - (Учебники и учеб. Пособия для студентов высш. учеб. Заведений).
2. Отчёт Иркутской области за 2020 .- 30 с.
3. Минягина, Н.В. Правовое регулирование ветеринарных услуг.- Москва, 2012.-С.45-52.
4. Этика ветеринарного врача: методич. пособие / Л.Я. Юшкова [и др.]. - Новосибирск: ГНУ СибНСХБ Россельхохакадемии.,2014.-314 с.
5. Колганова О.А. Этика ветеринарного врача с основами биоэтики. Новосибирск: НГАУ,2008. – 75 с.
6. сайт // vetsib.ru

РАЗДЕЛ IV. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Тихонов М.М., Соколова А.А., Соколова С.Н.

К вопросу моделирования управленческих решений в чрезвычайных ситуациях

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь
(Беларусь, Минск)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-21
idsp: scienceconf-03-2021-21

Аннотация

В статье авторы уделяют особое внимание вопросам моделирования управленческих решений, инновационному программному продукту, который необходим для подготовки современных спасателей-пожарных и эффективной защиты населения, территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Ключевые слова: стадии выполнения управленческого решения, модель линейного программирования, принципы информационного обеспечения, автоматизированные информационно-управляющие системы.

Abstract

In the article, the authors pay special attention to the issues of modeling management decisions, an innovative software product that is necessary for the training of modern rescuers and firefighters and effective protection of the population and territories from natural and man-made emergencies.

Key words: stages of management decision implementation, linear programming model, information support principles, automated information management systems.

В условиях общемировой интеграции актуальной становиться вопрос моделирования управленческих решений в чрезвычайных ситуациях, что связано с внедрением программного продукта на основе инновационных образовательных технологий. Принятие управленческих решений представляет собой многоаспектный и комплексный процесс, связанный с международной безопасностью в информационном обществе [1, с. 4-7].

В процессе принятия и реализации управленческих решений в чрезвычайных ситуациях участвуют три подразделения (группы): руководители, системные аналитики и эксперты, но принятие результирующего решения возлагается непосредственно на руководителя.

Комплексный процесс принятия управленческих решений структурирован и состоит из последовательных этапов, направленных на разрешение проблемной ситуации:

1) *цели* (субъект управления принимает решение исходя не из своих собственных потребностей, интересов, а в целях решения проблем конкретной организации);

2) *последствия* (выбирается направление действий не только для себя, но и для организации в целом и ее работников, так как эти решения могут существенно повлиять на жизнь многих людей);

3) *разделение труда* (в организации существует определенное разделение труда: одни работники (менеджеры) заняты решением возникающих проблем и принятием решений, а другие (исполнители) - реализацией уже принятых решений);

4) *профессионализм* (ответственный сотрудник организации, обладающий определенными профессиональными знаниями и навыками наделяется полномочиями

самостоятельно принимать определенные решения). Так, в теории принятия решения используется термин «лицо, принимающее решение» (ЛПР). Это может быть одно лицо или группа лиц, вырабатывающих коллективное решение, может быть индивидуальное или групповое ЛПР, что актуализирует требование повышения эффективности управленческих решений (формирование, выбор вариантов) на основе научного подхода и внедрения инновационных образовательных технологий. Как правило, особенностью кризисной ситуации, связанной с принятием управленческого решения является наличие нескольких альтернативных вариантов действий, из которых надо выбрать оптимальный для конкретной ситуации [2]. И при этом, не всегда однозначные управленческие решения могут приниматься, с одной стороны при дефиците времени, а с другой, в условиях информационной неопределенности (последовательность, взаимосвязь, взаимообусловленность этапов).

Во многих иностранных источниках процесс принятия решения в организации рассматривается, как функциональная проблема существования альтернатив, а также активности субъективного фактора (профессионализм руководителя), влияющего на выполнение управленческих решений (ответственное лицо, принимающее решение).

На первой стадии - подготовка управленческого решения проводится анализ ситуации на микро и макроуровне, включающий поиск, сбор, обработку информации, а также выявляются, формулируются, актуализируются и артикулируются проблемы, требующие решения.

Вторая стадия - принятие управленческого решения, которая осуществляет разработку и оценку альтернативных решений (вариантов), целенаправленных действий, реализуемых на основе расчетов, где производится отбор критериев и выбор оптимального решения (принятие наилучшего решения).

Третья стадия - реализация решения и принятие мер по уточнению (конкретизации) управленческого решения, доведения его до исполнителей, осуществления контроля за ходом его выполнения и внесения необходимых корректив, а также оценка полученных результатов выполненных решений.

И в этом случае, для повышения эффективности выполнения принятых управленческих решений необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- объективно оценивать опыт, профессионализм исполнителей;
- мотивировать исполнителей на качественное выполнение управленческих решений;
- добиваться неукоснительного выполнения плана организационно-технических мероприятий по реализации решения [3, с. 48].

Управленческое решение ориентированно на достижение максимально эффективного результата, поэтому целью управленческой деятельности является нахождение таких форм, методов, средств, инструментов, которые могли бы способствовать достижению оптимального результата в конкретных условиях. Управленческие решения делятся на два основных уровня: индивидуальный (внутренняя логика самого процесса) и коллективный (интерес сдвигается в сторону создания среды вокруг процесса принятия решения) и осуществляется с помощью специально создаваемых команд, состоящих из групп специалистов различных сфер деятельности. Принятие решений в такой группе приводит к появлению определенной линии поведения исполнителей и руководителей [4, с. 63].

Однако групповое принятие управленческих решений имеет и негативную сторону, потому что оно может привести к появлению конформизма, излишнему оптимизму, к противостоянию предложениям противоположным, к безусловной вере в коллективные принципы и открытому давлению на сопротивляющихся групповому мнению [5, с. 185].

Интересно, что некоторые зарубежные исследователи разделили принимаемые управленческие решения по численности существующих альтернатив:

1) бинарное решение (имеются две альтернативы действия);
2) стандартное решение, при котором рассматривается малочисленный выбор альтернатив;
3) многоальтернативное решение (большое количество альтернатив);
4) непрерывное решение, при котором выбор делается из бесконечного числа состояний непрерывно изменяющихся управляемых величин. И в результате, ученые выделили некоторые факторы, затрудняющие процесс разработки и принятия управленческого решения: недостаток и необъективность информации, ошибки собственного опыта и предпочтений, слабые собственные управленческие способности, неумение организовать процессы принятия и реализации решений [6].

В свою очередь, принятие управленческих решений должно отвечать нескольким базовым принципам информационного обеспечения, которые должны соблюдаться:

— *актуальность* (представление реальных сведений в нужный момент времени);
— *достоверность* (адекватность сведений, обеспечиваемая соблюдением научных принципов сбора и обработки информации);
— *релевантность* (получение информации в соответствии с поставленными задачами);
— *полнота отображения* (выявление диалектики, сущности явления, структуры, связей, взаимозависимостей);
— *целенаправленность* (адекватность ситуации, соответствие поставленной цели);
— *информационное единство* (возможность обработки данных в соответствии с теорией информатики и статистической теории наблюдений).

Авторы статьи отмечают, что процесс комплексного решения проблемных ситуаций, требует от руководителей принятия обоснованных, максимально эффективных решений, реализуемых посредством научных методов, которые делятся на две группы: методы моделирования и экспертных оценок.

Первая группа, называемая методами исследования операций, базируется на использовании математических моделей для решения наиболее часто встречающихся управленческих задач. Разработка и оптимизация управленческого решения проблемы методами моделирования делится на этапы: постановка задачи, определение критерия эффективности анализируемой операции, количественное измерение факторов, влияющих на исследуемую операцию, построение математической модели изучаемого объекта (операции), количественное решение модели и нахождение оптимального решения, проверка адекватности модели, найденного решения анализируемой ситуации, корректировка и обновление модели. Количество всевозможных моделей очень велико и одной из распространенных типов таких моделей является *модель линейного программирования,* которая применяется для нахождения оптимального решения в ситуации распределения дефицитных ресурсов при наличии конкурирующих потребностей, разновекторных интересов (часть разработанных для практического применения оптимизационных моделей сводится к задачам линейного программирования).

Однако, с учетом характера анализируемых операций и сложившихся форм зависимости факторов могут применяться и другие типы моделей. Так, при нелинейных формах зависимости результата операции от основных факторов, модели нелинейного программирования; а при необходимости включения в анализ фактора времени, модели динамического программирования; и, наконец, при вероятностном

влиянии факторов на результат операции, модели математической статистики (корреляционно-регрессионный анализ).

Отметим, что на радиационно-опасных объектах могут возникнуть различные чрезвычайные ситуации техногенного характера, отличающиеся спонтанностью, но их частично возможно спрогнозировать, тем самым снизив риск возможного ущерба. И с этим призваны справляться эффективные системы поддержки принятия решений (СППР), ориентированные на выработку оптимальных управленческих решений в условиях чрезвычайных ситуаций, которые должны служить первоочередной цели, а именно, спасению людей, снижению материального ущерба от чрезвычайных ситуаций. Данная система должна, в итоге, анализировать и предоставлять в удобной форме информацию, необходимую для принятия решения по предупреждению кризиса, а также по эвакуации людей, принятию своевременных мер для локализации, ликвидации, возникшей чрезвычайной ситуации. Автоматизированные информационно-управляющие системы, занимают особое место в условиях ЧС, а в настоящее время создано и эксплуатируется множество систем подобного класса, которые предназначены как для решения автоматизации отдельных рабочих мест специалистов, обеспечивающих управление в условиях ЧС. Различны функциональные задачи указанных систем, которые могут, как выполнять расчетные и информационно-справочные функции, так и обеспечивать функции по поддержке принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций. Программное обеспечение геоинформационной модели выполняет прогноз загрязнения сельскохозяйственной продукции на любой момент времени после выпадения осадков в зависимости от типа почвы, также ведется расчет плотности поверхностного загрязнения, что помогает проводить оценку экономического ущерба путем сравнения прогнозного содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции с установленными нормативами [6]. Кроме того, также создан программно-информационный комплекс РИСК-1, который предназначен для оценки индивидуальных рисков от химически опасных объектов (аммиачные установки, склады с хлором) и вычисления полей концентраций и токсодоз при авариях на таких объектах [7 с. 208]. Данное программное обеспечение предназначено для повышения эффективности подготовки будущих спасателей-пожарных «Ликвидатор». Данная программа успешно функционирует в трех режимах: инструктор, редактор и студент, что позволяет на векторной картографической модели города и окрестности создать модель сценария развития аварии на объекте ядерного топливного цикла, задавая исходные данные, а также расположить и определить параметры сил, средств, необходимых при ликвидации моделируемого инцидента. В инновационной программе представлены алгоритмы расчета распространения области заражения (загрязнения) в зависимости от выбранного сценария чрезвычайных ситуаций (радиационная авария), исходных данных, метеоданных и смоделированы звенья отраслевых подсистем, определены участники эвакуационной комиссии и т.д.

Во-первых, программный продукт «Ликвидатор» позволяет моделировать деятельность комиссии по чрезвычайным ситуациям (КЧС) при возникновении чрезвычайных ситуаций природного, техногенного характера (аварии на химически опасном объекте, объекте ядерного топливного цикла, опасности биологического заражения) на векторной картографической модели города, окрестности с моделью развития аварии на химически опасном объекте, на объекте ядерного топливного цикла, развития биологического заражения в зависимости от исходных данных.

Во-вторых, программный продукт «Ликвидатор. Студент» предназначен для повышения эффективности обучения и максимально эффективной подготовки спасателей-пожарных для защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в процессе внедрения новых образовательных технологий.

И, в-третьих, в этом программном продукте реализованы расчеты распространения области заражения (загрязнения) в зависимости от исходных данных, состояний опасного вещества и метеоданных, так как программа «Ликвидатор» комплексная и включает, как одиночное, так и совместное обучение (многопользовательский режим), а также доступен сценарий, моделирующий радиологическою опасность.

В настоящее время, уже внедрено много подобных систем, так как данное программное обеспечение позволяет более эффективно прогнозировать последствия тех или иных аварий (программный продукт «Ликвидатор» моделирует радиационную чрезвычайную ситуацию) [8]. В результате, принятие управленческого решения в короткие сроки требует от спасателей-пожарных решения поставленных задач, применения СППР, что позволяет моделировать возможные чрезвычайные ситуации и аварии [9].

***

1. Соколова С.Н., Соколова А.А. Международная безопасность в информационном обществе: основные функции государственного регулирования / Соколова С.Н., Соколова А.А. // Информационное право. 2018, № 3. С.4-7.
2. Соколова А.А., Соколова С.Н. Информационная безопасность в эпоху гибридных войн / Соколова А.А., Соколова С.Н. // Scienes of Europe / (Praha, Czech Republic) / Vol.1. № 58 (2020). С. 66-69.
3. Sokolova A.A., Sokolova S.N. Information-educational environment and security of the modern person / Соколова А.А., Соколова С.Н. // Вестник Полесского государственного университета. Серия общественных и гуманитарных наук. 2020, № 2. С. 89-93.
4. Голубков Е.П. Маркетинговые исследования: теория, методология и практика. – М.: Издательство «Финпресс», 1998. – 416 с.
5. Кузнецова Л.А. Разработка управленческого решения. Челябинск: Челябинский государственный университет, 2001. – 352с.
6. Планкетт Лорн. Выработка и принятие управленческих решений. The proactive manager: Опережающее управление: Сокр. пер. с англ. / Л. Планкетт, Г. Хейл. – М.: Экономика, 1984. – 167 с.
7. Аверин В.С., Буздалкин К.Н. Геоинформационная модель для прогнозирования радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции в результате штатных и аварийных выбросов АЭС // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: сборник тезисов докладов V международной научно-практической конференции. В 3 т. Т.1/Ред. кол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Мн., 2009. – 210 с.
8. Гаврилюк Д.А., Катков В.Л. Программный комплекс для оценки рисков от химически опасных объектов // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: сборник тезисов докладов V международной научно-практической конференции. В 3 т. Т. 1 / Ред. кол.: Э.Р. Бариев [и др.]. – Мн., 2009. – 210 с.
9. Тихонов М.М., Соколова А.А., Соколова С.Н. Modern information technologies and extraordinary risk management // Norwegian Journal of development of the International Science.Vol.1, № 51/2020. С.35-37.

РАЗДЕЛ V. МАТЕМАТИКА

ZHukenov D.Z.

A method for determining the simplicity of a given number

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-22
idsp: scienceconf-03-2021-22

Abstract

Finding primes is interesting not only from a theoretical point of view. It allows you to improve calculation methods, test computers. In addition, prime number theory is used in cryptography to develop ciphers. The method for finding prime numbers, based on the Erotosthenes sieve, involves dividing a given number x by all primes and therefore it is not practical. The method I propose allows you to determine the simplicity of a given number, i.e. numbers of the form 6n + 1 and 6n-1, where n- natural number method for determining the simplicity of a given number. annotation Finding primes is interesting not only from a theoretical point of view. It allows you to improve calculation methods, test computers. In addition, prime number theory is used in cryptography to develop ciphers. The method for finding prime numbers, based on the Erotosthenes sieve, involves dividing a given number x by all primes and therefore it is not practical. The method I propose allows you to determine the simplicity of a given number, i.e. numbers of the form 6n + 1 and 6n-1, where n- natural number.

Key words: prime numbers, complex numbers, quadratic equation, remainder.

Until now, a simple regularity of the distribution of primes has not been established, there is no effective method for determining the prime number, there is no satisfactory formula for the number of prime numbers, and in general, the amount of knowledge about the properties, signs, and behavior of prime numbers is very scarce and therefore there is no complete picture of this phenomenon. This is primarily due to their exceptional complexity. The method based on the Erotosthenes sieve [1,370] involves dividing a given number x into all primes and therefore it is not practical. The problems of the distribution of paired primes have not been solved [2,10] It is known that prime numbers can be represented in the form 6n + 1 or 6n-1, where n is a natural number, but among these numbers there can be complex number. The method I propose allows you to determine the simplicity of any a given number of this kind. It is easy to prove that the product of two such numbers also has this form. for example (6i + 1) (6j + 1) = 36ij + 6 (i + j) +1 (6i-1) (6j-1) = 36ij- 6 (i + j) +1 (6i-1) (6j + 1) = 36ij-6 (i-j) -1 where i, j are natural numbers. If we subtract or add 1, then we divide by 6, we get a number of the form 6ij + (i + j), where (i + j) is the remainder of the number when divided by 6. Consider specific examples. For example, given the number 301. It is necessary to determine whether it is prime or not. Subtract 1 and dividing by 6 we get 50 = 6 * 10-10 50 = 6 * 9-4 50 = 6 * 8 + 2 50 = 6 * 7 + 8 50 = 6 * 6 + 14 residues are separated from each other by 6. Remains can be produced keeping such numbers: For example (8 = 1 + 7 = 2 + 6 = 3 + 5 = 4 + 4) 1 * 7.2 * 6.3 * 5.4 * 4 or 1 * (8-1), 2 * (8-2), 3 * (8-3), 4 * (8-4) or 1 * 8-1 * 1, 2 * 8-2 * 2 = $-2^2 + 2 * 8 = - (2^2-2 * 8)$, The remainder 10 = (1 + 9.2 + 8.3 + 7.4 + 6.5 + 5) can be as the product 1 * 9.2 * 8.3 * 7, 4 * 6, or 5 * 5, i.e. varies from 9 to 25. The remainder is 4 as 1 * 3.2 * 2. The remainder is 2-1 * 1. Let us write in what limits the products of numbers that make up the amount of balances. 6 * 10-10 from 9 to 25 6 * 9-4 from 3 to 4 6 * 8 + 2 1 6 * 7 + 8 from 7 to 12 6 * 6 + 14 from 13 to 49 We have to solve a quadratic equation. For example, the remainder of 8 can be represented by $x * (8-x) = 8x-x^2$ and must be equal to a factor of 6, for example 7. The radical expression $8^2-4 * 7$ should be the square of the number. In our case the root is 6. The roots of the equation are 7 and 1. 6 * 7 + 8 = 6 * 7 + 1 + 7 i.e.

301 = (6 * 1 + 1) (6 * 7 + 1) = 7 * 43 Check the remainder of 10. 10^2-4 * 10 = 60 is not the square of a number. Therefore, the number 301 is difficult. Consider the number 643. (643-1) / 6 = 107. 107 = 6 * 18-1 Therefore 6 * 20-13 12, 22, 30 ... 42 6 * 19-7 6, 10, 12 6 * 18-1 1 6 * 17 + 5 4, 6 6 * 16 + 11 10, 18 ... 30 6 * 15 + 17 16, ... 72 No residual decomposition is equal to a factor of 6, therefore our number 643 is prime. Consider the number 23. (23 + 1) / 6 = 4. 4 = 6 * 1-2 6 * 2-8 9-1, 10-2, ... 6 * 1-2 3-1, 4-2, ... 6 * 0 + 4 5-1, 6-2, ... Here the remainder should be expressed as the difference of two numbers. The expansion of the remainders does not equal a factor of six, so 23 is prime. Further expansion of the number is meaningless.

***

1. Kulikov L. Ya. Algebra and number theory. M. "High School" .1979
2. Ayerland M. Rosen Classical introduction to modern number theory. Moscow. "Peace" 1987

РАЗДЕЛ VI. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Starishko I.N.

Diversity and completeness of the results of targeted experimental research are the main factors in the development of a reliable theory of calculating of bending reinforced concrete elements along inclined sections

FSBEI HPO «Vologda State University»
(Russia, Vologda)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-23
idsp: scienceconf-03-2021-23

Abstract

The results of calculating the strength of bending reinforced concrete elements along inclined sections obtained according to regulatory documents, or according to the calculation method developed by individual researchers, often differ significantly from the experimental results. One of the reasons for this may be the narrow focus of many experimental researches used in the development of the theory of calculations. Sometimes the proposed theory of calculations is not at all substantiated by experimental research. Analysis of numerous experimental and theoretical studies, both Russian and foreign, as well as testing by the author of the article independently made curved reinforced concrete elements without prestressing longitudinal steel reinforcement along inclined sections and a large number of prestressed elements, including beams with one, two and three axial prestressing of steel reinforcement (for spans of bridge structures), allowed, ultimately, to obtain a detailed picture of the stress-strain state in concrete and steel reinforcement in the zone of joint action of bending moments and maximum shear forces. At the same time, the values of the influence on the load-bearing capacity of the bending reinforced concrete elements of a number of main factors are established. Based on the results of experimental researches, partially described in this article, I consider it advisable to improve the methodology for calculating the strength of bending reinforced concrete elements along inclined sections, laid down in the current regulatory documents, as well as in private researches on this issue.

Keywords: bending elements, bearing capacity, experimental researches, inclined sections, stress-strain state.

Introduction

In the regulatory documents of Russia - SP 63.13330.2012 «Concrete and won concrete construction», in SP 35.13330.2011 «Bridges and culverts», as well as in the regulatory documents of a number of other countries, a number of physical and geometric factors are not taken into account in the calculation formulas when determining the bearing capacity along inclined sections of bending reinforced concrete prestressed elements and elements without prestressing, or some of them are not fully taken into account by introducing a number of empirical and semi-empirical dependencies and coefficients into the calculation model, which sometimes leads to significant discrepancies between theoretical and experimental results.

For a more complete establishment of the influence of many factors on the stress-strain state of elements under the action of a load and on their bearing capacity, especially in the area of joint action of bending moments and maximum shear forces, starting 1973, first at NIIZhB (Moscow), then at the Vologda State Technical University, extensive experimental

research has been carried out, in which more than 500 bending and eccentrically compressed reinforced concrete elements have been tested.

The purpose of the research is - on the basis of the obtained results of experimental data, to improve the existing method of calculating of bending reinforced concrete elements along inclined sections. This article outlines only a part of the experimental research conducted by its author.

Main part

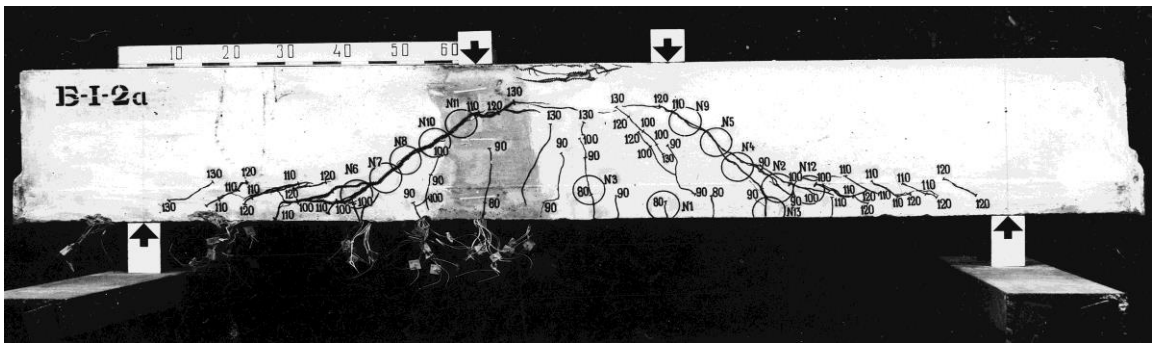
For conducting the above researches at NIIZhB, prestressed beams were made, as well as beams without prestressing with a section of 15x30 cm., cube strength of the concrete - 45-55 MPa. Strained, and in some beams non-stressed, longitudinal steel reinforcement: bottom 2ø18Ат-V, top 2ø10Ат-VI, transverse steel reinforcement 2ø6 A-I with a pitch of closed transverse bars (clamps) in half-spans: strong transverse steel reinforcement - 5 cm on one side of the beam and 10 cm on the other; average transverse steel reinforcement - 15 cm on one side of the beam and 20 cm on the other; weak transverse steel reinforcement - 20 cm on one side of the beam, and there was no steel reinforcement on the other side of the beam.

The tension of the longitudinal steel reinforcement was carried out on a long stand, consisting of three lines. Each series of test samples, consisting of 6 beams, was manufactured on a separate line of the stand, which made it possible in all samples to have the same value of prestressing of steel reinforcement, concrete strength, conditions of its hardening and other characteristics. The connection of individual rods of longitudinal steel reinforcement along the length of the stand was carried out using couplings and threaded heads pressed at the ends of the steel reinforcement, since welding of steel of classes Ат-V и Ат-VI according to technical conditions is not recommended. The beams were tested on a jack installation by two forces symmetrically located relative to the middle of the span. After the destruction of the beams on one side, a bandage was put on the destroyed part and its second half was brought to destruction.

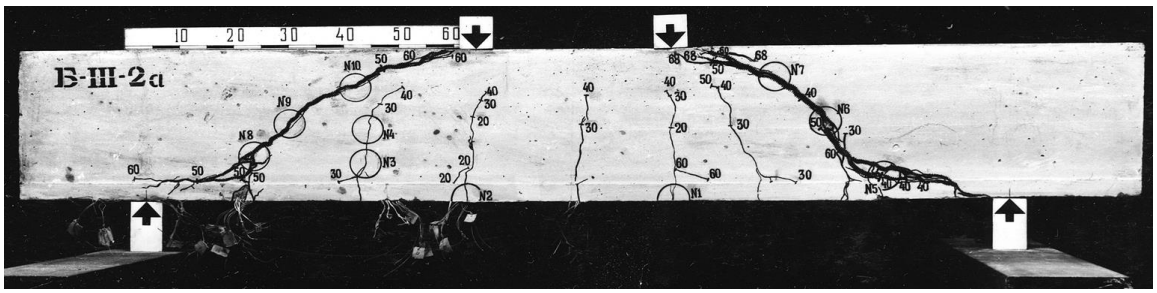
Based on experimental research by the author of the article (1973 - 1976 and continuing until 1984), in Russia SNIP 2.03.01-84 for the first time, they began to take into account the effect of prestressing of longitudinal steel reinforcement located in the tensile zone of concrete under load on the strength along inclined sections. In T-profile beams, in the presence of transverse steel reinforcement, for the first time, they also began to take into account the effect of overhangs of compressed flanges on their bearing capacity in the zone of action of transverse forces.

However, the disadvantage of this calculation methodology laid down in SNIP 2.03.01-84 is that its authors do not take into account the degree of influence of prestressing of longitudinal steel reinforcement on the strength along inclined sections, depending on the amount of transverse steel reinforcement, and the value of the specified influence of the prestressing of the longitudinal steel reinforcement ϕn, depending on the thickness of the ribs of the beams in the cross section of the elements b, determined by the formula (79) of the above SNIP, contradicts the results of experimental researches, which showed that with an increase in the width of the cross-section of the elements, the effect of prestressing on the strength along inclined sections increases.

The tests also showed that in bending reinforced concrete beams, the trajectories of the main compressive stresses along which, as a rule, under the action of a load, oblique cracks develop change with an increase in the prestress of the longitudinal steel reinforcement. So, in the limiting state of the elements, the height of the compressed zone of concrete above the cracks inclined and normal to the longitudinal axis increases with an increase in prestressing, that is, in prestressed beams it turns out to be greater than in similar beams without prestressing (fig. 1).



a)



b)

Fig. 1. Destruction of experimental bending reinforced concrete beams: a) with prestressing of longitudinal steel reinforcement (beam Б-I-2a); b) without prestressing longitudinal steel reinforcement (beam Б-III- 2a);

In bending reinforced concrete beams without transverse steel reinforcement with a ratio of cross-sectional dimensions b/h=0,5 (thick ribs) prestressing of longitudinal steel reinforcement increased their bearing capacity along inclined sections very significantly - 2.7 times (fig. 2).

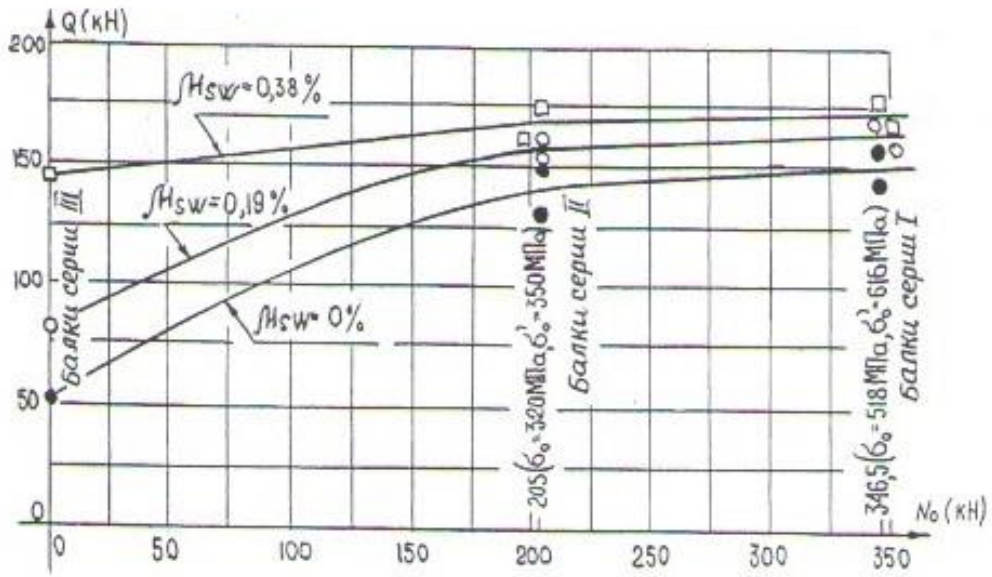


Fig. 2 Dependence of the experimental value of the destructive shear force on the compressive force of concrete by prestressing steel reinforcement in rectangular beams with a cross-sectional width b = 0.5h and a shear span length C = 2.3h_0

With an increase in the number of transverse steel reinforcement (μsw = 0,19% and μsw = 0,38 %) the influence of prestressing of longitudinal steel reinforcement (concrete compression force No) on the bearing capacity of beams along inclined sections decreases (see fig. 2).

In SP 63.13330.2012 when determining the effect of prestressing of longitudinal steel reinforcement on the strength of bending reinforced concrete elements along an inclined strip between inclined cracks, as well as in calculating the strength along an inclined crack using the coefficient φn, only two characteristics are taken into account: the average compressive stress in concrete бcp and the prismatic compressive strength of concrete Rb (section.8.1.34).

These characteristics are clearly not enough to determine φn, since the effect of prestressing on the strength of bending reinforced concrete elements along inclined sections depends significantly on the number of transverse steel reinforcement μsw, the relative width of the rib in the cross section of rectangular and T-profile beams b/h, and to a lesser extent on some other factors. The limitation of the effect of prestressing on the strength of bending reinforced concrete elements along inclined sections to values φn ≤ φ1,25, adopted in SP 63.13330.2012 (section. 8.1.34), does not always correspond to the experimental results (see fig. 2).

At the same time, in experimental researches of the author of the article, it was first established that the effect of clamps on the bearing capacity along inclined sections in prestressed beams with the same ratio of cross-sectional dimensions (b/h=0,5) is much less than in similar beams without prestressing (fig. 3). So in beams with an average relative distance from the support to the line of action of the load (c/ho=2,3) when the percentage of transverse reinforcement changed from 0 to 0,76%, in the absence of prestressing in the longitudinal steel reinforcement, the bearing capacity along inclined sections increased within up to 2.8 times (see fig. 3). With the same change in the percentage of transverse reinforcement in prestressed beams, the bearing capacity increased by only 12-15%. In these prestressed beams, an increase in the bearing capacity along inclined sections occurred mainly when the percentage of transverse reinforcement changed from 0 to 0,3%. With a further increase in the transverse reinforcement, the bearing capacity increased insignificantly - only by 1 – 2%. In beams without prestressing, the most intense increase in the bearing capacity along inclined sections occurred when the transverse reinforcement changed within 0,2 – 0,4%. With a further increase in the amount of transverse steel reinforcement, the bearing capacity increased slightly - by 8 – 12%.

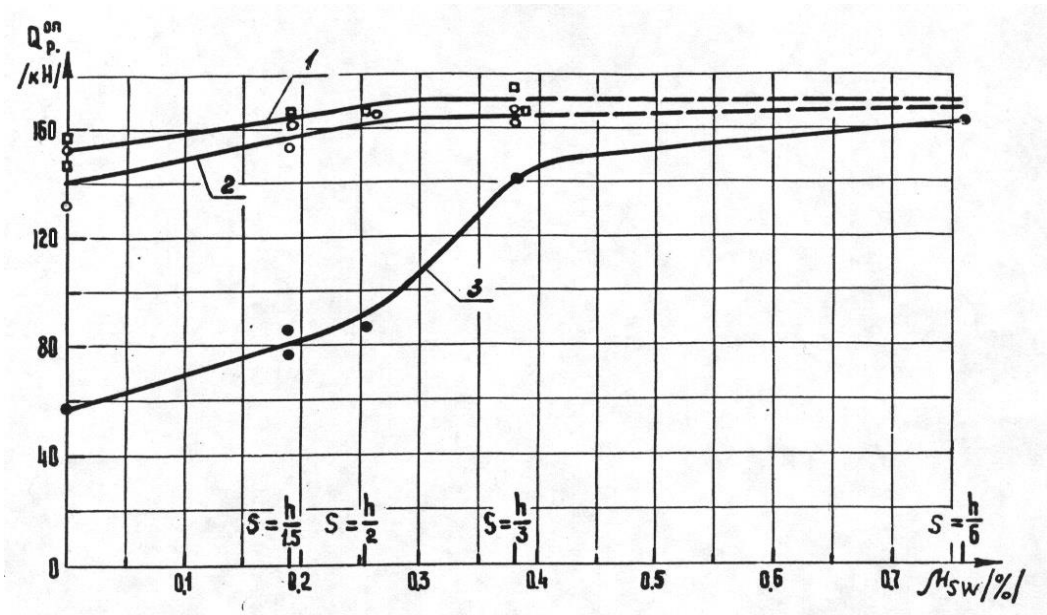


Fig. 3. Influence of the intensity of transverse reinforcement on the magnitude of the destructive transverse force in rectangular beams with thick walls (b/h=15cm/30cm=0,5) and the relative distance from the support to the line of action of the load c/h_0=2,3.

Symbols: 1 – beams series I (with maximum prestressing in the lower longitudinal steel reinforcement); 2 – beams series II (with an average value of prestressing in longitudinal steel reinforcement); 3 – beams series III (without prestressing).

Thus, in bending reinforced concrete beams with relative cross-sectional dimensions b/h=0,5, the boundary (most cost-effective) value of the percentage of transverse reinforcement should be considered: 0,3% - for prestressed beams, 0,4% - for beams without prestressing (see fig. 3).

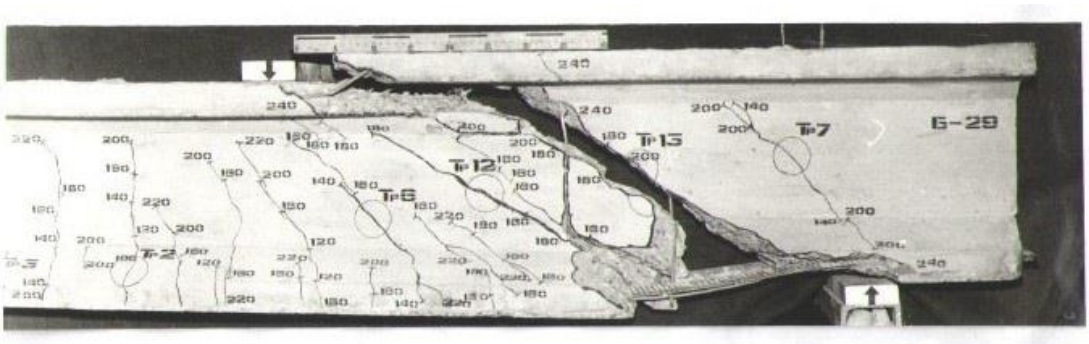
Figure 3 also shows that rectangular beams without prestressing with a cross-sectional ratio b/h=0,5, with the presence of transverse steel reinforcement in the range from 0 to 0,4% it is advisable to replace them with similar prestressed beams, since at the same time, their bearing capacity increases significantly. At the same time, with an increase in the specified amount of transverse steel reinforcement (from 0 to 0,4%) in prestressed beams, due to the effect of prestressing of longitudinal steel reinforcement, the bearing capacity along inclined sections, in comparison with beams without prestressing, increases in damping character - in ranging from 2,7 to 1,16 times.

Experimental researches continued at VSU, including testing 48 beams of rectangular and T-profile with a shelf in the compressed zone of concrete and with small relative dimensions of the rib cross-section b/h=6cm/31cm=0,19 (thin ribs - models of beams of bridge structures). In the lower zone of the beams, widening is provided to accommodate prestressed steel reinforcement and to ensure the stability of the beams during testing. The strength of concrete in most of the beams was 30-40 MPa. Longitudinal prestressing, and in some beams, non-prestressing steel reinforcement consisted of 3ø12Ат-V. The transverse steel reinforcement consisted of 2ø5Вр-I, as well as 2ø6А-III with a pitch S= 5cm, 10cm and 15cm. Similar beams were also manufactured without transverse steel reinforcement. The test of the beams was carried out on a jack installation with two loads symmetrically located relative to the middle of their span. Distance between support and line of action of load C = 80 cm. The relative shear span length C/ho=3,0 (beams are conditionally attributed to large shear spans). The distance between the lines of action of two loads is 60cm, the total length of the beams l = 2,6 cm.

When testing these T-profile beams, it turned out that after the formation of inclined cracks in concrete, in transverse steel reinforcement, in the places where it intersects with inclined cracks, the intensity of deformation development under the action of a load is significantly higher than in similar rectangular beams.

In some T-section beams <u>with large shear spans</u>, with a prestress value in longitudinal steel reinforcement No =128,8kN (beams Б-29 and Б-36), as well as in a beam without prestressing (Б-33) the transverse steel reinforcement, crossed by an inclined crack, suddenly broke and their sharp (brittle) destruction occurred (fig. 4).

Experiments have shown that only in 3 of the above 36 beams, failure along inclined sections occurred with a simultaneous rupture of transverse steel reinforcement: in beam Б-29 with an average shelves width located in the compressed zone of concrete (b*f′*=29cm), with a pitch of transverse steel rods S=15cm (μsw =0,43 %), breaking load P=240kN; in beam Б-36 with wide shelves (b*f′*=52cm), with a pitch of transverse steel bars S=10cm (μsw =0,65%), breaking load P =246,15kN, and in a beam (Б-33) without prestressing with an average width of shelves (b*f′*=29cm), with a pitch of transverse bars S=10cm, P=210,8kN.



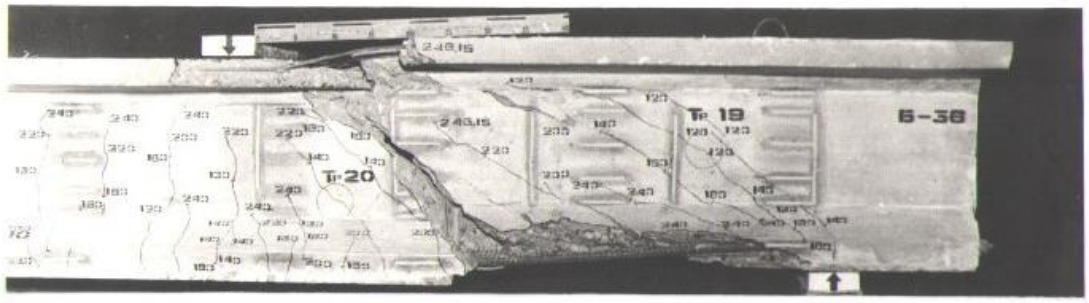


Fig. 4. View of destruction of T-profile beams with a break of transverse steel reinforcement Б-29 with an average shelve width located in the compressed zone of concrete and Б-36 with a wide shelve.

In T-profile beams with thin ribs in the cross section (b/h≤0,2), both in the presence of prestressing of the longitudinal steel reinforcement, and in its absence, the transverse steel reinforcement significantly increases their bearing capacity along inclined sections with an increase in the percentage of transverse reinforcement in the range of up to 1,3%, which does not occur in rectangular beams with a ratio b/h=0,5 (see fig. 3). With a further increase in the amount of transverse steel reinforcement within the range of up to 1,9% in beams without prestressing with thin ribs, the bearing capacity along inclined sections increases insignificantly - within the range of up to 1,06 times.

In the researches of the author of the article, transverse steel reinforcement made of steel of class A-III was adopted for the purpose of using it in T-profile beams when creating two and three axial prestressing in steel reinforcement (see fig. 5) to compare the performance of such beams under load with beams reinforced with longitudinal prestressing reinforcement located only in the tensile zone of concrete (uniaxial prestressing). At the same time, brittle fracture did not occur in T-profile beams at 3-axis prestressing (in which stress is provided in the longitudinal steel reinforcement, in the transverse steel reinforcement located in the rib of the beams and in the transverse steel reinforcement located in the upper, compressed from the load, in shelf) despite high loads and deflections before their destruction.

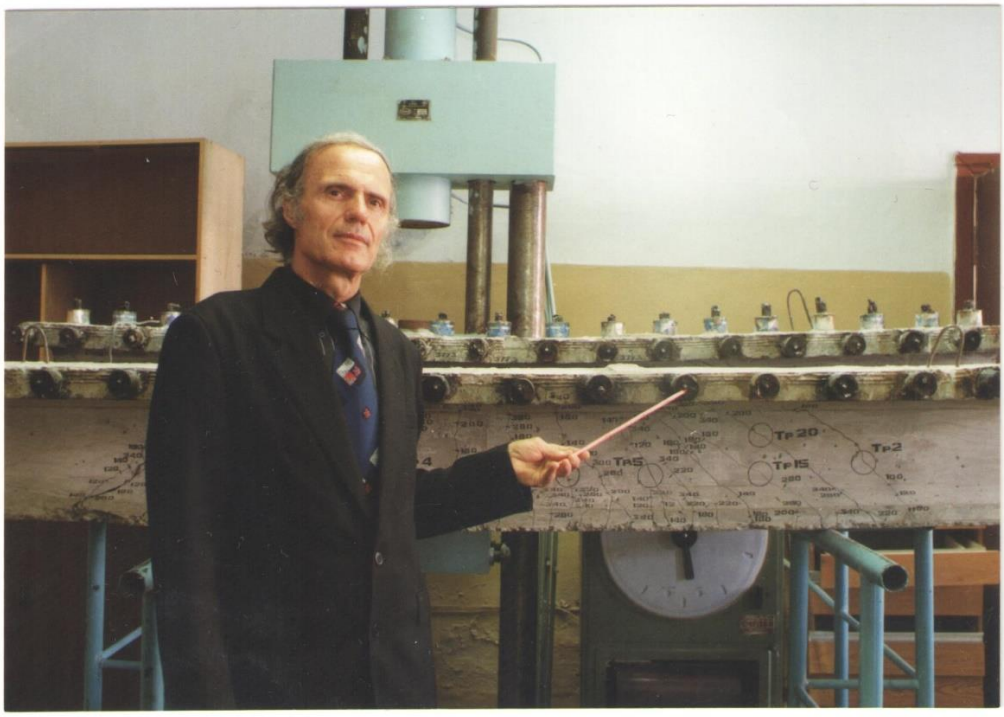


Fig. 5. Anchoring of transverse steel reinforcement in compressed shelves and ribs of reinforced concrete T-beams.

Crack resistance and bearing capacity along inclined sections of such beams are significantly higher compared to similar beams with uniaxial prestressing only with longitudinal steel reinforcement. Inclined cracks in such beams are formed under higher loads, compared to uniaxial prestressing, and after their removal they close tightly. Such a springy work of beams is very valuable in bridge structures exposed to multiple repeated loads, in which the decrease in the bearing capacity along inclined sections with an increase in the shear span is less compared to beams with uniaxial prestressing, and even more so to compared with beams without prestressing.

РАЗДЕЛ VII. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Мельник В.С., Соколова А.В., Манторова Г.Ф.

Влияние системы обработки почвы на влажность и плотность в пахотном слое

Южно-Уральский государственный университет (НИУ)
(Россия, Челябинск)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-24
idsp: scienceconf-03-2021-24

Аннотация

Целью опытов является изучение способов обработки почвы, способствующих созданию наиболее благоприятных условий для сельскохозяйственных культур – улучшению водно-физических свойств почв. Объектом исследования является почва при различных системах ее обработки, а предметом исследования – водно-физические свойства почвы.

Установлено, что влажность и плотность в пахотном слое зависят от системы обработки почвы в севообороте, слоя почвы, предшественника культуры в севообороте. Выявлено, что по мере удаления культуры от парового поля показатели влажности и плотности изменяются: плотность несколько увеличивается, показатели влажности – уменьшаются. Максимальное количество влаги 22,0-25,6 мм было накоплено в паровом поле и при нулевой обработке – 25,8 мм на яровой пшенице, а минимальное количество 20,2-23,7 мм – на заключительной культуре – ячмене. Самая рыхлая почва в пахотном слое была в паровом поле 1,09 г/см^3, самая плотная – под ячменем – 1,20 г/см^3, а по обработкам в слое 0-30 см – при нулевой обработке почвы 1,15- 1,24 г/см^3, в то время как при отвальной – 1,02-1,17 г/см^3.

Ключевые слова: водные свойства; влажность; плотность почвы; система обработки почвы; пахотный слой почвы.

Abstract

The purpose of the experiments is the study of soil cultivation methods that contribute to the creation of the most favorable conditions for crops - improving the water-physical properties of soils. The object of the study is the soil under various systems of its treatment, and the subject of the study is the water-physical properties of the soil.

It has been established that the moisture and density in the arable layer depend on the soil cultivation system in the rotation, the soil layer, the crop precursor in the rotation. It was revealed that as the culture moves away from the vapor field, the humidity and density indicators change: the density increases slightly, the humidity indicators decrease. The maximum moisture content of 22.0–25.6 mm was accumulated in the steam field and, with zero treatment, was 25.8 mm in spring wheat, and the minimum amount of 20.2–23.7 mm was in the final crop, barley. The loosest soil in the arable layer was 1.09 g / cm3 in the steam field, and the densest - under the barley - 1.20 g / cm3, and for treatments in the 0-30 cm layer - with zero tillage 1.15-1.24 g / cm3, with a dump - 1.02-1.17 g / cm3.

Key words: water properties; humidity; soil density; soil cultivation system; topsoil.

Основной принцип отличия агросистемы от природной экосистемы, именуемый системой земледелия, заключается в наличии комплекса антропогенных воздействий на почву, растения и окружающую атмосферу, направленных на регулирование процесса энерго- и массообмена [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7].

Метод экологической оптимизации аграрных ландшафтов, который основывается на учении В.В. Докучаева [8], предусматривает устройство устойчивых агроландшафтов, имитирующих действие самой природы. При этом производственная

деятельность в них должна быть адекватной природным закономерностям окружающей среды [9; 10; 11; 12].

Методика исследований

Исследования по изучению влияния различных систем обработки почвы на влажность и плотность пахотного слоя почвы проводились на опытном поле НИИСХ в п. Тимирязевском Чебаркульского района Челябинской области.

Исследования проводили в 2018, 2019 гг. Почва – выщелоченный чернозем тяжелого гранулометрического состава. Содержание гумуса – 6,0-7,9%. Реакция почвенного раствора слабокислая (pH = 5,6-6,3).

По содержанию подвижных форм фосфора почва относится к слабой степени обеспеченности (2,5-5,5 мг/100 г почвы), а по содержанию обменного калия – к средней (1,0-1,6 мг/100 г).

Изучаемый севооборот: 1 – пар; 2 – яровая пшеница; 3 – ячмень. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема опыта

№ п/п	Система обработки почвы	Основные приемы обработки почвы в севообороте
1.	Нулевая	За 7-10 дней до посева обработка гербицидами, затем прямой посев на глубину 3-5 см.
2.	Минимальная	Ранневесеннее боронование + предпосевная культивация на глубину 10-15 см.
3.	Комбинированная	Ранневесеннее боронование + предпосевная культивация на глубину 10-15 см; осенью – безотвальная вспашка на 20-25 см.
4.	Отвальная	Ранневесеннее боронование + предпосевная культивация на глубину 10-15 см, осенью – отвальная вспашка на 25-30 см.

Опыт был заложен методом одновременного размещения в пространстве всех полей севооборотов (делянки первого порядка).

Поля севооборотов и варианты обработок имели четырехкратную повторность и расположены методом рендомизации. Размер делянок первого порядка 2500 м^2, второго – 600-700 м^2 (делянки 12 х 50 м), в зависимости от ширины захвата сеялочного агрегата. Каждая повторность представляет собой отдельный блок при двухрядном расположении делянок. На изучение были поставлены следующие системы обработки почвы: отвальная, минимальная, нулевая и комбинированная.

В годы проведения опытов климатические условия значительно различались, что является типичным для климата Южного Урала. Среднемноголетнее количество осадков – 423 мм, за вегетацию (май-август) – 230 мм.

Изучение различных систем обработки почвы позволит выявить наиболее приемлемые варианты по обработке почвы, не наносящие большого вреда природе и отвечающие потребностям человека при выращивании тех или иных культур.

Результаты и обсуждение

Общеизвестно, что системы обработки почвы оказывают прямое влияние на влажность почвы в пахотном слое и обеспечение влагой растений в севообороте в течение вегетации культур [13; 14; 15; 16]. Причем, под разными культурами и в пару количество влаги может значительно различаться, о чем свидетельствуют многочисленные наблюдения авторов [17; 18; 19; 20].

В таблице 2 приведены результаты наших исследований.

Таблица 2

Влажность почвы в мм по слоям в пахотном горизонте под культурами и в паровом поле в период стеблевания яровой пшеницы

№ п/п	Система обработки почвы	Слой почвы, см			Среднее
		0-10	10-20	20-30	

Паровое поле					
1	Нулевая	24,4	22,5	20,5	22,5
2	Минимальная	25,4	25,9	25,5	25,6
3	Комбинированная	23,4	22,1	20,5	22,0
4	Отвальная	24,7	24,3	23,2	24,1
Среднее		24,5	23,7	22,4	23,6
Яровая пшеница					
1	Нулевая	24,8	29,4	23,3	25,8
2	Минимальная	21,0	17,8	23,2	20,7
3	Комбинированная	21,8	22,0	22,5	22,1
4	Отвальная	24,0	19,4	19,3	20.9
Среднее		22,9	22,2	22,1	22,4
Ячмень					
1	Нулевая	21,0	20,7	20,8	20,8
3	Минимальная	21,1	22,2	17,3	20,2
3	Комбинированная	20,7	20,7	21,1	20,8
4.	Отвальная	22,9	23,9	24,2	23,7
Среднее		21,4	21,9	20,9	21,4

Следует отметить, что количество выпавших осадков в этот период выпало больше среднемноголетних значений. Поэтому почва была хорошо насыщена влагой. Растения не страдали от засухи.

Более всего влаги отмечалось в паровом поле – в среднем в 0-30 см слое – 23,6 мм. Под яровой пшеницей влаги было 22,4 мм, а под ячменем – 21,4 мм. То есть паровое поле традиционно выполняет свою важную функцию по накоплению влаги в почве –больше, чем другие предшественники.

Если рассматривать накопление влаги по вариантам обработки почвы, то следует отметить, что в эти влажные годы в паровом поле больше всего накоплено было влаги на рыхлых фонах – там, где проводили вспашку – 24,1 мм и при минимальной обработке почвы – 25,6 мм в среднем (см. схему, табл. 1).

Под яровой пшеницей неплохо себя зарекомендовала нулевая система обработки почвы, где влаги было накоплено на 4,9-5,1 мм больше, чем при отвальной и минимальной системам и на 3,7 мм – чем при комбинированной системе. Это можно объяснить меньшим испарение влаги при нулевой обработке почвы и лучшим использованием влаги яровой пшеницей при других вариантах обработки.

Также следует отметить, что в условиях хорошего увлажнения в верхних слоях почвы создается значительный запас влаги. А в целом, в эти годы запасы влаги в пахотном слое были благоприятными для роста и развития растений.

В настоящее время как в нашей стране, так и за рубежом сложение почвы рассматривается как один из важнейших элементов плодородия. Чрезмерно плотное или, наоборот, рыхлое сложение не позволяет получать достаточно высокую урожайность. Роль плотности почвы как элемента плодородия наукой еще окончательно не выяснена, поэтому определение ее величины на разных типах почв для различных культур и путей ее регулирования составляет одну из важнейших задач научных исследований в земледелии.

Культурные растения предъявляют неодинаковые требования к скважности почвы. Например, в опытах П.П. Колмакова и А.М. Нестеренко (1981) максимальная урожайность за все годы опытов была получена на варианте с равновесной плотностью почвы, когда общая скважность достигала 55%. Уменьшение и увеличение плотности почвы, в сравнении с равновесной, приводило к уменьшению урожайности [21; 22; 23; 24; 25].

Наши исследования по изучению плотности почвы по зерновым и пару при разных системах обработки почвы приведены в таблице 3.

Таблица 3

Плотность почвы в г/см^3 по слоям в пахотном горизонте под культурами и в паровом поле в период стеблевания яровой пшеницы

№ п/п	Система обработки почвы	Слой почвы, см			Среднее
		0-10	10-20	20-30	
Паровое поле					
1.	Нулевая	1,05	1,14	1,27	1,15
2.	Минимальная	0,99	1,17	1,23	1,13
3.	Комбинированная	0,94	1,03	1,17	1,05
4.	Отвальная	0,92	1,05	1,09	1,02
Среднее		0,98	1,10	1,19	1,09
Яровая пшеница					
1.	Нулевая	1,10	1,18	1,23	1,17
2.	Минимальная	1,11	1,12	1,22	1,15
3.	Комбинированная	1,04	1,17	1,22	1,14
4.	Отвальная	1,08	1,12	1,22	1,14
Среднее		1,08	1,15	1,22	1,15
Ячмень					
1.	Нулевая	1,20	1,25	1,27	1,24
2.	Минимальная	1,05	1,20	1,29	1,18
3.	Комбинированная	1,14	1,16	1,26	1,19
4.	Отвальная	1,07	1,17	1,27	1,17
Среднее		1,12	1,20	1,27	1,20

Максимальная плотность почвы в рассматриваемых вариантах была при нулевой обработке почвы как по зерновым, так и в паровом поле, причем, по мере углубления эта величина возрастала.

В паровом поле почва была более рыхлая, чем в вариантах с зерновыми культурами. Если сравнивать вариант с яровой пшеницей с вариантом с ячменем, можно отметить, что в варианте с ячменем плотность почвы несколько выше. По севообороту в целом, по мере удаления культуры от поля чистого пара, плотность почвы возрастает. Если в поле чистого пара в пахотном слое плотность почвы в среднем составляет 1,09 г/см^3, на второй культуре после пара – яровой пшенице – 1,15 г/см^3, то на заключительной культуре севооборота ячмене – 1,20 г/см^3.

Таким образом, на основании проведенных исследований, можно заключить, что на выщелоченном черноземе в изучаемые годы в пахотном слое почвы влажность почвы под зерновыми культурами и в паровом поле была благоприятная для роста и развития растений. В паровом поле идет накопление влаги под последующую культуру – яровую пшеницу.

Плотность почвы после парового поля постепенно нарастает и достигает больших величин, чем в паровом поле – на заключительной культуре севооборота – ячмене. Под действием собственной силы тяжести, роста культур, их корней, дождя, орудий обработки и других факторов, почва в течении вегетации уплотняется и от парового поля к заключительной культуре севооборота достигает своих максимальных величин.

***

1. Кант Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем // Пер. с нем. С.О. Эбель. – М.: Агропромиздат, 1988. – 207 с.
2. Манторова Г.Ф. Антропогенное воздействие на почву и приемы воспроизводства плодородия выщелоченных черноземов в лесостепной зоне Южного Урала. / Монография. − Челябинск: изд-во ЧГПУ, 2002. – 315 с.
3. Цветков М.Н., Мусохранов В.Е., Пургин Д.В. Возможности минимализации основной обработки почвы в зернопаровых севооборотах/ Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 12 (98), 2012. С. 24-27.
4. Баздырев Г.И. Земледелие. Практикум: монография. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 593 с.

5. Воропаев С.Н., Попов П.А., Ермохин В.А. и др. Биологическая система земледелия. - М.: Колос, 2009. - 192 с.
6. Стебут И.А. Обработка почвы // Избр. соч. – М.: Сельхозгиз, 1957. – Т. 2. – С. 216-252.
7. Госсен Э.Ф. Особенности системы земледелия и комплекс агротехнических и организационно-экономических мероприятий по борьбе с засухой в условиях Северного Казахстана // Проблемы борьбы с засухой и рост производства сельскохозяйственной продукции. – М., 1974. – С. 190-195.
8. Докучаев В.В. Особая экспедиция // Соч.: в 6 т. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951. – Т.6. – С. 111-113.
9. Колмаков П.П., Нестеренко А.М. Минимальная обработка почвы. – М.: Колос, 1981. – 240 с.
10. Болотов А.Т. О разделении полей // Избр. соч. – М., 1952. – С. 66-69.
11. Измаильский А. А. Как высохла наша степь. Л.: Сельхозгиз, 1937. 76 с
12. Трофимова Т.А., Коржов С.И. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы // Лесотехнический журнал. – Воронеж : ФГБОУ ВПО ВГЛТА, 2014. – т. 4. - № 1 (13). - с . 200-208.
13. Цветков М. Л. Водный режим почвы зернопарового севооборота при минимализации основной обработки в условиях Приобья Алтая//Вестник Алтайского ГАУ. 2010. №7 (69). С. 35-39.
14. Гилев С. Д., Цымбаленко И. Н., Курлов А. П., Бастрычкина О. С. Водный режим выщелоченного чернозема и водопотребление зерновых культур в центральной лесостепной зоне Зауралья//Аграрный вестник Урала. 2015. №5 (135). С. 6-9.
15. Корчагина И. А., Юшкевич Л. В. Особенности формирования вторичной корневой системы и продуктивности сортов яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири//Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летнему юбилею агрономического факультета «Научные инновации - аграрному производству» (20-21 февраля 2013 г.): матер. Омск: ОмГАУ, 2013. С. 70-74.
16. Кураченко Н.Л.Колесникова В.Л.; Шереметов В.С.: Влагообеспеченность чистых и бинарных посевов кормовых культур на черноземах Красноярской лесостепи // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2015. - № 2. - С. 16-21.
17. Бука А.Я., Булыгин С.Ю., Коваленко А.П. Влагообеспеченность почвы при различных способах обработки // Агрохимия. – 1985. – № 16. – С. 10-12.
18. Манторова Г.Ф., Тараторина Л.А. Сорные растения в агроэкосистемах полевых культур в лесостепи Южного Урала / Монография. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ – 2019. – 267 с.
19. Трофимова Т.А., Коржов С.И. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы // Лесотехнический журнал. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГЛТА, 2014. – т. 4. - № 1 (13). - с. 200-208.
20. Вражнов А.В., Агеев А.А. Результаты изучения различных систем обработки почвы в полевых севооборотах для основных типов агроландшафтов Южного Урала // Производство зерна и кормов в агроландшафтном земледелии: агрохимические, экономические и экологические аспекты. – Миасс: Геотур, 1999. – С. 81-90.
21. Слесарев В.Н., Абрамов Н.В. Деградация чернозема при длительном использовании тяжелой техники // Земледелие. – 1992. – № 6. – С. 17.
22. Слесарев В.Н., Абрамов Н.В. Значение оптимальной и равновесной плотности пашни в теории механической обработки почвы // Земледелие. – 1996. – № 1. – С. 10-11.
23. Бушнев А.С. Влияние обработки почвы на её агрофизические свойства, засорённость посевов и урожайность сои на чернозёме выщелоченном Западного Предкавказья // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. - 2016. - Вып. 3 (167). - С. 39-47.
24. Иванов В.Т. О роли периодической вспашки в зернопаропропашном звене севооборота // Земледелие. – 1979. – № 2. – С. 36-38.
25. Казанцев К.И., Лихачев Б.С. Влияние плотности почвы на рост и развитие злаковых культур // Почвообрабатывающие машины и динамика агрегатов: Сб. науч. тр.- Вып. 159. – Челябинск, 1981. – С. 62-66.

РАЗДЕЛ VIII. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Причко Т.Г.[1], Смелик Т.Л.[1], Акимов А.А.[2]

Хранение яблок сорта Голден Рейнджерс в обычной и регулируемой атмосфере

[1]ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
(Россия, Краснодар)
[2]ООО «Южное ААА»
(Россия, ст. Ленинградская)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-25
idsp: scienceconf-03-2021-25

Аннотация

В статье представлены результаты исследований по определению критериальных показателей качества яблок нового интродуцированного сорта Голден Рейнджерс, определяющие оптимальные сроки уборки урожая и влиянию режимов хранения в регулируемой (*CA*) и обычной (*RA*) атмосфере с учетом проведенной послеуборочной обработки препаратом SmartFresh.на сохранение товарных качеств яблок, выращенных в условиях юга России.

Ключевые слова: яблоки, сроки уборки, послеуборочная обработка, хранение, контролируемая атмосфера

Учитывая широкую распространенность в производственных насаждениях Кубани нового сорта яблок Голден Рейнджерс (Golden Reinders), выделенного в Голландии, как клона сорта Голден Делишес в задачу исследований входило установить критериальные показатели качества яблок, характеризующие наступление оптимальных сроков уборки, а также определить особенности хранения плодов в обычной и регулируемой среде.

Существуют несколько основных способов хранения плодоовощной продукции в свежем виде. Хранение плодов в охлаждаемых условиях (*RA*) - наиболее доступный способ сохранения качества плодов, но не достаточно обеспечивающий увеличение сроков хранения и снижения потерь. Сочетание двух технологических приемов – охлаждения и послеуборочной обработки плодов препаратом *SmartFresh,* действующим веществом которого является *1-МЦП* (*1-метилциклопропен*) при хранении в обычной атмосфере позволяет ингибировать синтез этилена, что обеспечивает максимальное сохранение исходной твердости плодов, снижение интенсивности протекания биохимических процессов в яблоках, а также снизить потери от развития физиологических заболеваний, в частности от развития «загара» [1, 2]. Применение высокоэффективного технологического процесса при хранении плодов в регулируемой атмосфере - *CA,* основанного на снижении концентрации кислорода (O_2) в атмосфере камеры хранения за счет работы генератора и увеличении углекислого газа (CO_2), образующегося в процессе дыхания плодов, позволяет продлить сроки их хранения до 7-8 месяцев.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований использовались плоды интродуцированного сорта яблони - Голден Рейнджерс, выращенные в условиях юга России. Яблоки были сняты и заложены на хранение в съемной зрелости, соответствовали высшему и первому сорту согласно ГОСТ 34314-2017 «Яблоки свежие, реализуемые в розничной торговле».

При определении оптимальных сроков уборки урожая, а также в период хранения в яблоках определяли: растворимые сухие вещества по ГОСТ ISO 2173-2013; общие сахара по ГОСТ 8756.13-87; титруемые кислоты - по ГОСТ ISO 750-2013;

витамин *С* - иодометрическим методом с йодатом калия; витамин *Р* — в модификации Л.И. Вигорова; интенсивность выделения этилена - на приборе *ICA-56*; твердость мякоти – пенетрометром *FT – 372* с диаметром плунжера 10 мм. [5]; вкусовые качества – органолептической оценкой [6]. Опытное хранение плодов семечковых культур осуществлялись в условиях обычного хранения при температуре 0…+2 °С, относительной влажности воздуха 85-90 % и в регулируемой атмосфере при *1,5 % O_2* и *1,5 % CO_2* в соответствии с «Методическими указаниями по проведению исследований по хранению плодов, ягод и винограда» [7].

Обсуждение результатов

Проведены исследования по определению критериальных показателей качества яблок нового интродуцированного сорта Голден Рейнджерс. Согласно полученным качественным показателям плодов яблони (масса, размер (*Н, Д*), окраска, твердость мякоти, содержание крахмала, сухих веществ, сахаров, кислот), установлено, что в условиях юга России для яблок сорта Голден Рейнджерс оптимальные сроки уборки урожая наступают во второй декаде сентября. Показатели, характеризующие съемную зрелость яблок сорта Голден Рейнджерс следующие: масса плодов – 170-200 г, твердость мякоти – 7,5-8,0 кг/см^2, содержание крахмала – 5-6 баллов, сухих веществ – 13,5-13,8 %, кислотность – 0,38-0,40%.

Плоды сорта Голден Рейнджерс, в условиях обычного хранения, уже после 3-4 месяцев имели признаки увядания, интенсивно желтели и имели твердость плодов менее 5 кг/см^2 (рисунок 1).

Рисунок 1 – Проявление физиологического заболевания «загар» в процессе хранения, сорт Голден Рейнджерс

После 30 дней хранения в условиях *RA* не обнаружено в плодах крахмала, который используется яблоками на дыхание. Хранение яблок в холодильнике обеспечило снижение интенсивности дыхания плодов после уборки урожая, однако интенсивность выделения этилена была высокая и после 4 месяцев хранения в обычных условиях интенсивность выделения этилена плодами составила 24,4 ppm л/кг-ч, что отрицательно отразилось на качестве плодов. Также содержание сухих веществ, кислот уменьшилось на 18-20 %, по сравнению с исходными показателями. Яблоки сорта Голден Рейнджерс, хранящиеся в охлаждаемом помещение, после 4 месяцев хранения имели высокий уровень расхода питательных веществ, при большем развитии микробиологических заболеваний, а также физиологических расстройств.

Основным преимуществом применения технологии хранения плодов в холодильнике с послеуборочной обработкой *1-МЦП*, обеспечивающей блокирование точек выделения этилена, снижение уровня его содержания в окружающей среде, является сохранение твердости, консистенции мякоти, сочности, «хруста» плодов при

меньшем расходе кислот, сахаров, витаминов, что продляет сроки хранения при меньшей потере качества, естественной убыли [8].

Твердость плодов – один из основных объективных показателей для оценки качества плодов, который объективно отражает их товарные качества, потребительские свойства. Яблоки сорта Голден Рейнджерс после 4-х месяцев хранения имели твердость в 1,3 раза выше, по сравнению с контролем, что свидетельствует о высоком качестве и потенциале лежкости плодов как при хранении, так и при доведении до потребителя (рисунок 2).

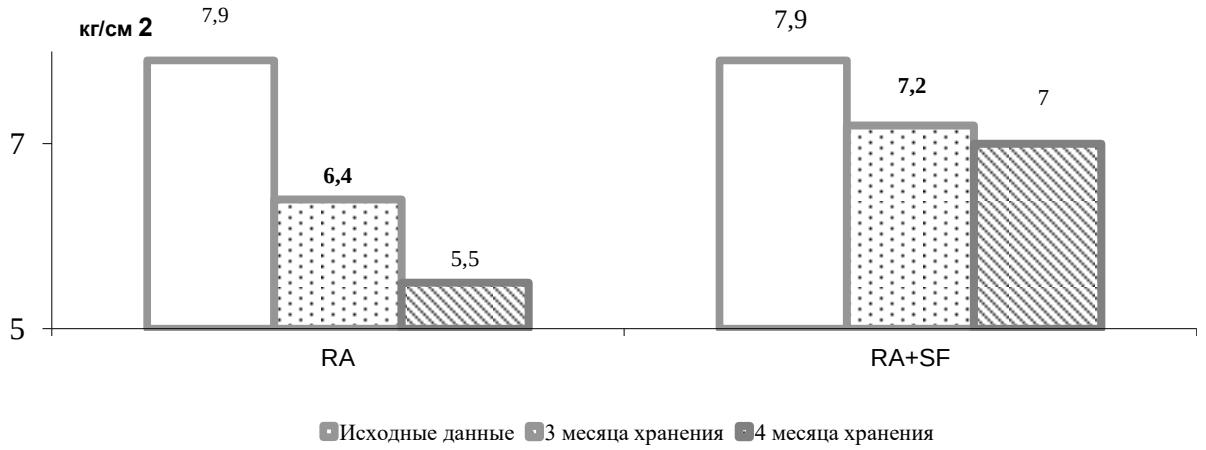


Рисунок 2 - Изменение твердости плодов яблони контрольного и опытного варианта при хранении в RA, сорт Голден Рейнджерс

Через четыре месяца хранения в *RA* у контрольных образцов интенсивность выделения этилена повысилась до 24,4 ppm л/кг-ч, у обработанных (*SmartFresh*) не превышала - 1,9 ppm л/кг-ч, что обеспечило сохранение высокого качества яблок и исключило развитие физиологических заболеваний плодов (рисунок 3).

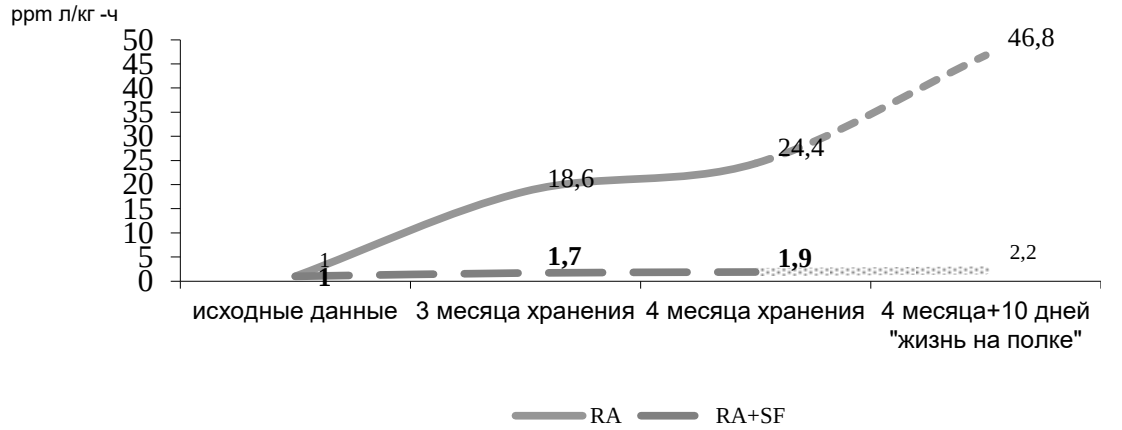


Рисунок 3 - Влияние послеуборочной обработки препаратом SmartFresh на интенсивность выделения этилена яблок, сорт Голден Рейнджерс

Применение послеуборочной обработки (*SmartFresh*) резко снижает интенсивность выделения этилена как во время хранения в холодильнике, так и при их «жизни на полке». Так, после 10 дней хранения плодов при комнатной температуре интенсивность выделения этилена составило в контрольных плодах – 46,8 ppm л/кг-ч, в опытных плодах – 2,2 ppm л/кг-ч.

Использование технологии *SmartFresh,* позволяет лучше сдерживать физиолого-биохимические процессы и соответственно увеличить сроки хранения плодов. Через 4 месяца хранения содержание сухих веществ в опытных вариантах меньше в 1,1 раза и

составило , в обработанных плодах – 15,6 %, в контроле, хранении без обработки – 16,8 %. Сохранность витаминного состава в плодах с обработкой выше на 5-8 % (5,1 мг/100 г витамина *С* и 74,3 мг/10 г витамина *Р*).

Технология хранения яблок в *CA* сдерживает созревание плодов, по сравнению с *RA*. Для сорта Голден Рейнджерс хранение в регулируемой атмосфере концентрацией кислорода и углекислого газа (*1,5 % O_2 и 1,5 CO_2*) способствовало сохранению их твердости, по сравнению с *RA*. Но при дальнейшем хранении «жизни на полке» (при комнатной температуре) плоды быстро желтели и увядали, что позволяет сделать неблагоприятный прогноз при доведении плодов до потребителя.

Отмечено резкое повышение показателей этилена до 8,9 ppm л/кг-ч у яблок, хранящихся в *CA,* при их изъятии из камеры. Но при хранении в комнатных условиях в течение 10 дней показатели этилена уменьшаются до 1,8 ppm л/кг-ч.

Через 4 месяца хранения в контролируемой атмосфере твердость яблок была 6,9-7,0 кг/см^2, что в 1,1 раза меньше, по сравнению с исходной, но на 19 % больше, чем при хранении в обычных условиях.

Хранение в контролируемой атмосфере в комплексе с обработкой (*SmartFresh*) обеспечило снижение этилена до минимальных значений 0,87 ppm л/кг-ч.

Технология *CA* + *SmartFresh* обеспечивают сохранение твердости и сочности плодов, по сравнению с технологией контролируемой атмосферы без обработки, даже после четырех месяцев хранения. Твердость мякоти яблок сорта Голден Рейнджерс, при хранении в *CA* + *SmartFresh* была выше в 1,4 раза по сравнению с плодами, хранящимися в контролируемой атмосфере, но не обработанными.

В результате хранения в *CA* в комплексе с обработкой *SmartFresh* максимально замедлен процесс дозревания плодов, что подтверждено более низким уровнем содержания растворимых сухих веществ, сахаров по сравнению с другими технологиями хранения, повышенной кислотностью, сохранением витаминного состава яблок (таблица 1).

Таблица 1

Химический состав плодов после 4 месяцев хранения в разных условиях, 2020 г.

Вариант	Сухие вещества, %	Сахара, %	Кислотность, %	С/К индекс	Витамин С, мг/100 г	Витамин Р, мг/100 г
исходные данные						
RA	13,8	9,7	0,37	26,2	6,0	86,8
CA	13,6	9,5	0,39	24,4	6,2	88,8
RA+SF	13,5	9,5	0,39	24,2	6,1	88,8
CA+ SF	13,5	9,5	0,38	25,0	6,1	89,0
после 4 месяцев хранения						
RA	16,8	11,8	0,30	39,2	4,8	70,5
CA	16,5	11,6	0,32	36,1	5,2	78,4
RA+SF	15,6	10,9	0,32	34,1	5,1	74,3
CA+ SF	15,1	10,6	0,36	29,4	5,7	84,3

Результаты дегустационной оценки яблок хранящихся в *CA* не выявили существенных отклонений; плоды остались сочными, твердыми, сохранили первоначальную окраску. Вкус плодов хранящихся в *RA* был слаще, за счет накопления большего количества сахаров по сравнению с первоначальным при закладке на хранение (таблица 2).

Таблица 2

Дегустационная оценка плодов яблони после 4-х месяцев хранения, 2020 г., балл

Вариант	Внешний вид	Окраска	Состояние мякоти	Аромат	Вкус	Общая оценка
RA	4,0	4,5	3,0	4,0	3,0	3,7
CA	4,5	4,3	5,0	4,0	4,9	4,5
RA+SF	5,0	4,2	5,0	3,9	5,0	4,6
CA+ SF	5,0	4,2	5,0	3,9	5,0	4,6

Технологии *RA+ SmartFresh* и *CA+ SmartFresh* позволяет продлить сроки хранения и обеспечивают комплексную защиту от болезней, сохранение твердости и сочности плодов, по сравнению с технологиями *RA* и *CA* без обработки.

Лучшее сохранение качества яблок опытных образцов было отмечено после разных условий холодильного хранения в комплексе с послеуборочной обработкой препаратом SmartFresh, что позволяет надежно транспортировать яблоки до потребителя и провести реализацию в магазинах.

Применение препарата *SmartFresh* позволяет снизить действие этилена на процессы дозревания яблок при хранении. Обработанные плоды при хранении в течение 3-4 месяцев в обычных условиях и контролируемой атмосфере по качеству (твердость, сочность, свежесть) практически равноценны, но при дальнейшем хранении плоды, находящиеся в *CA,* обладали лучшим качеством. В обработанных плодах, снятых в оптимальные сроки, в регулируемой атмосфере обеспечивается длительная стабилизация физиологических процессов, что позволяет хранить плоды до нового урожая с минимальными потерями и максимальным сохранением исходного качества.

Максимальный эффект по сохранению исходного качества плодов отмечен при совместном действии препарата 1-метилциклопропен и регулируемой атмосферы (*1,5 % O_2 и 1,5 % CO_2*), где выход товарных сортов составил 95-98 %.

Выводы.

Таким образом, соблюдение рекомендаций по срокам уборки яблок, технологических параметров послеуборочной обработки и хранения плодов с использованием регулируемой атмосферы позволяет максимально сохранить исходное качество плодов при длительном хранении, снизить потери при хранении и повысить эффективность производства.

***

1. Причко Т.Г. Биохимические и технологические аспекты хранения и переработки плодов.- Краснодар.- 2002. - 150с.
2. S.Musacchi, S. Serra. Apple fruit quality:Overview on pre-harvest factors. Scientia Horticulturae 2017, doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.057 P 1-22.
3. Причко Т.Г. Сроки уборки и режимы хранения яблок с учётом сортовых особенностей. Методические рекомендации. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ. - 2018. 61 с. https://elibrary.ru/item.aspid=35622817
4. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству / СКЗНИИСиВ; редкол: Е.А. Егоров и др. - Краснодар, 2010.–310 с.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. Е.Н.Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
6. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В., Смелик Т.Л., Германова М.Г. Критериальные показатели, характеризующие съемную зрелость плодов селекции СКФНЦСВВ // Новые Технологии. – 2019. – Т.4. – С. 168-191.

Satayev M.I.[1], Azimov A.M. [2], Myrkhalykov Z.U.[1], Berdikulov M.A.[1], Alekseyeva N.V.[2], Baiysbay O.P.[2], Ashirbayev Z.S.[1], Duisebayev S.Y.[1], Yessenbek A.S.[2]

Studying the features of splitting apricot, plum and peach pits

[1]InnovTechProduct LLP
[2]NPJSC M. Auezov South Kazakhstan University
(Kazakhstan, Shymkent)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-26
idsp: scienceconf-03-2021-26

Abstract

In this article, the authors studied the methods of splitting apricot, plum and peach pits (hereinafter fruits), with the aim of obtaining a whole kernel for its further processing. The main parameters of fruit pits, such as length, width, thickness of the shell wall, width of the shell joint and mass of fruit pits, were analyzed, the efforts required for splitting were revealed. The influence of force on the splitting of fruit pits was studied using the plant developed by the authors. The fruit pits were split from the side of the pit joint and from the

side of the hollow part. According to the results of the experiments, the optimal conditions for splitting the pits with approximately the same shape and structure were revealed. When the pits are squeezed along the joint and from the side of the hollow part in the direction of the major axis of their elliptical section the kernel is not damaged. The graphs of the dependence F (kN) on the distance (mm) and duration (sec.) were obtained, the results are shown in Table 1. The dependence of the increase in the effort exerted on the destruction of fruit pits on the thickness of the shell walls was also revealed. The force spent on splitting the pit depends on the wall thickness and the fruit shell joint width: the thinner the shell and the smaller the width of the shell joint, the less force is spent on splitting the pit.

Keywords: apricot, plum, peach, fruit seeds, strength, splitting, shell, core, joint

Introduction. The southern region of Kazakhstan is a large producer of fruits. More than 2,700 tons of fruits were harvested in Maktaaral region alone in 2020 in South Kazakhstan [1]. The harvested fruits are exported to other regions of Kazakhstan and abroad. Existing fruit canning factories produce only juices, jams and compotes. There are no processing enterprises in Kazakhstan that produce products from fruits: from pulp – dried fruits; from pit shells – activated carbon; from kernels of pits – cosmetic and edible oil. The import of dried fruits is 98%, activated carbon – 99%, kernel oil – 100%. One of the main advantages of fruits in the south of Kazakhstan is high sugar content and aroma. Fruits grown in dry, hot climates maximize the accumulation of sucrose and fructose.

When storing and processing agricultural products, inevitable losses of raw materials occur, reaching 20-35%. This is due to the fact that agricultural products are perishable, and also due to the imperfection of technological processes for processing agricultural products. These phenomena require timely high-quality processing of the grown crop.

In enterprises processing plant raw materials are among wastes, a special role is given to fruit pits, which are formed in the production of jam and compotes from pit fruits, cut into halves, as well as in the production of confiture, juices, jams.

In ancient times, men were assigned to split apricot pits, since this activity requires certain physical effort, dexterity and skill.

In the food industry, the masses subjected to pressure (seeds, fruits and berries, plant stems, animal tissues) have a complex cellular structure that offers significant resistance to the release of a liquid phase from it. To reduce this resistance, the material is subjected to mechanical, hydrothermal, thermal, enzymatic and electrical treatment before squeezing. Mechanical treatment consists in crushing the cell tissue in order to destroy the cell membranes that prevent the liquid from leaving the cells [2].

Previously, scientists conducted experiments on splitting local varieties of apricots such as “Sin-chalak”, “Kandak”, “Ak navat”, “Javzak”, “Shirin jaupazak”, “Maisky”, “Childo- na”, “Kandak krasny” and “Bodomcha” for the formation of cracks in the pit shells [3, 4].

The authors of the grant project financed by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan submitted for the competition for the grant financing of scientific and (or) scientific and technical projects for 2020-2022 with a period of implementation of 27 months No. AP08855596 on the topic “Development of technology for complex processing of fruits to obtain dried fruits, activated carbon, cosmetic and edible oil”, the purpose of which is the complex processing of fruits (apricots, peaches, plums, cherries and grapes) and the development of technology for obtaining dried fruits by infrared drying of pulp, activated carbon by mechanical-chemical-thermal activation of the pit shells, cosmetic and edible oils by cold pressing of the pit kernels, during the implementation of the project studied methods of splitting the fruit pits in order to obtain a whole kernel.

Methods and results. The authors conducted a study of the effect of force on splitting the fruit pits. The experiments were carried out on a plant developed by the authors; the fruit pits were split from the side of the pit joint and the hollow part. The fruit pits were set in a position in which their plane, passing along the joint, is perpendicular to the flat surface of the

plant, in this position they are evenly and with a gradually increasing force squeezed by the flat surface.

As a result, the shell of the fruit pits is split at the joint and from the side of the hollow part into two halves, while maintaining the integrity of the pit kernel. The optimal condition for splitting the fruit pits, which have approximately the same shape and structure, is the condition when the pits are squeezed along the joint and from the side of the hollow part in the direction of the major axis of their elliptical section. In this case, the shell splits at the joint and from the side of the hollow part into two halves, and the pit kernel remains intact. In addition, when the pit is squeezed in this direction, its kernel is less affected by the shell side, since in this direction the gap between the kernel and the shell is maximum.

According to the research, the main factors influencing the fruit pit split were identified. After carrying out the experiments, in processing the revealed data, the authors plotted the dependence of the force F (kN) on the distance (mm) and duration (sec.).

These studies showed that the split of "Sary Uryuk" variety fruit pit (length 20 mm, width 13 mm, shell wall thickness 0.7 mm, shell joint width 4 mm, mass 1.2 g) from the pit joint side occurred at 6th second of the experiment at a load of 0.6 kN (Fig. 1).

The split of "Sary Uryuk" variety apricot pit (length 21 mm, width 14 mm, shell wall thickness 4 mm, shell joint width 4 mm, mass 1.3 g) from the pit's hollow part side occurred at 5th second of the experiment at a load of 0.6 kN. The apricot pit kernels were not damaged (Fig. 2). The rest of the experimental data of the fruit pits are given in Table (in the first line – from the joint side, in the second – from the hollow part side).

Conclusions. The data obtained from the studies carried out allow the authors to draw the following conclusions: for the splitting of fruit pits, a force acts depending on their sizes.

An increase in the force exerted on the destruction of the pits depending on the shell wall thickness was also revealed. The force expended on splitting the pit depends on the wall thickness and the shell joint width: the thinner the shell and the smaller the shell joint width, the less force is expended on splitting the pit.

Table

No.	Fruit	Length, mm	Width, mm	Shell wall thickness, mm	Shell joint width, mm	Mass, g	Duration, sec	Load, kN
1	Peach	37 39	27 26	2 2	7.5 7.4	23.4 23.3	15 15	0.812 0.818
2	Plum	20 20	14 14	0.8 0.7	4 4	0.7 0.6	4 4	0.385 0.367

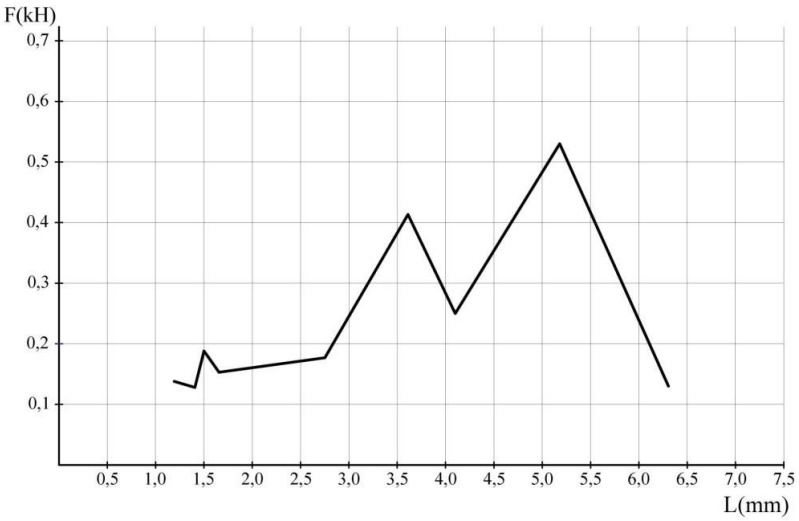


Figure 1. Graph of dependence of force F (kN) on distance (mm) and duration (sec.) (apricot pit of "Sary Uryuk" variety, split from the joint side)

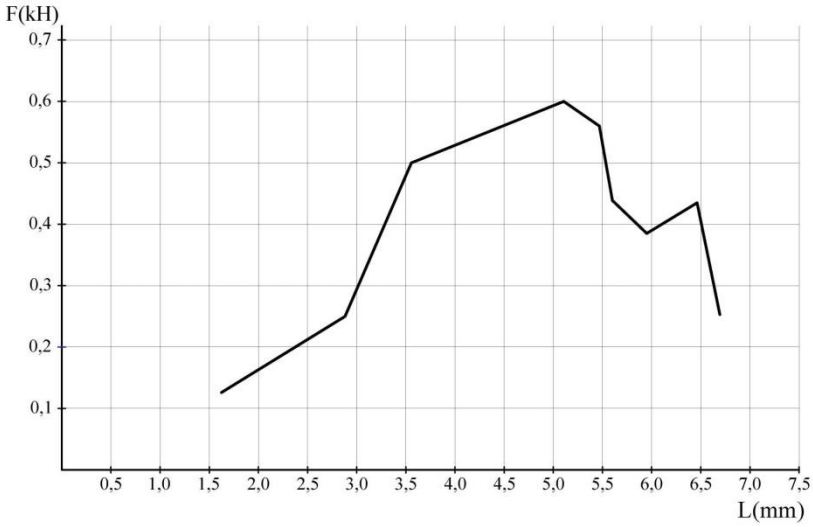


Figure 2. Graph of dependence of force F (kN) on distance (mm) and duration (sec.) (apricot pit of "Sary Uryuk" variety, split from the hollow part side)

***

1. https://kapital.kz/business/62442/maktaaral-skiye-krest-yane-sobrali-2766 tonn-fruktov.html
2. V.N. Ivanets, I.A. Bakin, S.A. Ratnikov. Processes and apparatuses of food production: Teaching aid. – Kemerovo Technological Institute of Food Industry. – Kemerovo, 2004. – p. 149
3. Baimetov, K.I. Peculiarities of cultivation of local varieties of apricot in Uzbekistan / K.I. Baimetov, M.K. Turdiyeva, P. Nazarov. – Tashkent, 2011
4. M.F. Yamaletdinova. Influence of mechanical force on splitting apricot pits // Food industry. 2019. No. 11. P. 81-83.

РАЗДЕЛ IX. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Третьякова О.Л., Дегтярь А.С., Романцова С.С., Морозюк И.А.

Свиноводство и охрана окружающей среды

ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»
(Россия, Персиановский)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-27
idsp: scienceconf-03-2021-27

Аннотация

Для улучшения экологической обстановки в Российской Федерации необходимо адаптировать положительный опыт европейских стран с учетом территориальной, экономической и социальной специфики РФ и устранить противоречия между положениями действующего законодательства и практикой регулирования в части нормирования допустимого воздействия на окружающую среду. Цель исследований анализ промышленных технологий свиноводческих предприятий России по экологическому воздействию на окружающую среду. Анализ свиноводческих предприятий Российской Федерации проводился методом анкетирования. Было обработано 114 анкет, полученных от респондентов. Первая группировка предприятий проводилась по почвенно-климатическим и экономическим условиям федеральных округов России. Выявлены технологические и производственные проблемы на предприятиях. Не соблюдение норм и правил по объёмам навозохранилищ, возникает из-за отклонений между фактической мощностью предприятия и проектной. Эта проблема наиболее важная в экологическом плане. В качестве доступной технологии предложено озеленение территории ферм для оздоровления воздушной среды.

Ключевые слова: производство свинины, свиньи, влияние на окружающую среду, навоз, выбросы, технологии, проблемы.

Abstract

To improve the environmental situation in the Russian Federation, it is necessary to adapt the positive experience of European countries, taking into account the territorial, economic and social specifics of the Russian Federation, and to eliminate contradictions between the provisions of current legislation and regulatory practices in terms of normalizing the permissible impact on the environment. The purpose of the research is to analyze the industrial technologies of pig-breeding enterprises in Russia on the environmental impact on the environment. The analysis of pig-breeding enterprises of the Russian Federation was carried out by the questionnaire method. 114 questionnaires received from respondents were processed. The first grouping of enterprises was carried out according to the soil-climatic and economic conditions of the federal districts of Russia. Technological and production problems at the enterprises are revealed. Non-compliance with the norms and rules on the volume of manure storage facilities, occurs due to deviations between the actual capacity of the enterprise and the design capacity. This problem is the most important in the environmental plan. As an available technology, landscaping of the farm territory for improving the air environment is proposed.

Key words: production of pork, pigs, the impact on the environment, manure emissions, technologies, and problems.

Принимая во внимание положение дел в сфере природоохранных отношений в Российской Федерации, а также наличие положительного западного опыта, желание и готовность бизнеса внедрять НДТ, можно заключить, что имеются все основные

предпосылки для введения в России системы нормирования, основанной на наилучших доступных технологиях. [1,2,5]

Таким образом, для улучшения экологической обстановки в Российской Федерации целесообразно адаптировать положительный опыт европейских государств с учетом территориальной, экономической и социальной специфики РФ и устранить противоречия между положениями действующего законодательства и практикой регулирования в части нормирования допустимого воздействия на окружающую среду. [3]

Актуальность исследований. В соответствии с Директивой 2008/1/ЕС при оценки технологии, как НДТ необходимо учитывать следующие аспекты: малоотходность технологии; использование менее вредных веществ; стимулирование регенерации и рециркуляции веществ, производимых в данном технологическом процессе, а также отходов производства; наличие сравнимых технологических процессов, производственного оборудования или методов эксплуатации, которые были апробированы на промышленном уровне; характер, воздействие и объем выбросов; период, необходимый для внедрения лучших из имеющихся технологий; потребление и характер сырья (включая воду), используемого в технологическом процессе, эффективность энергопотребления; необходимость предотвращения или сведения к минимуму общего воздействия выбросов на окружающую среду, а также аварий.

В этой связи большое значение имеет анализ специализированных свиноводческих предприятий и воздействие их на окружающую среду.

Цель и задачи разработки. Целью исследований проанализировать свиноводческие предприятия по экологическому воздействию промышленных технологий на окружающую среду.

Результаты исследований.

Анализ экологического воздействия свиноводческих предприятий Российской Федерации на окружающую среду проводился методом анкетирования. Было обработано 114 анкет, полученных от респондентов. Первая группировка предприятий проводилась по почвенно-климатическим и экономическим условиям федеральных округов России. [4]

Отмечается не равномерное размещение поголовья свиней по федеральным округам России. Следует отметить, что развитие свиноводства связано с обеспеченностью кормами. Различные природно-климатические условия страны в таких округах как: Северо-Западный, Уральский, Сибирский, Дальневосточный, Крымский не позволяют полностью обеспечить себя зерном. Предприятия этих округов работают на приобретённых кормах, что сказывается на себестоимости продукции.

Среди субъектов РФ по объёму производства свинины, крупнейшими являются: Белгородская область, Курская область, Тамбовская область. Выделены основные регионы производства свинины: Центральный, Приволжский и Сибирский федеральные округа. На них в сумме приходится более 75 % общероссийского производства. В десятку лучших регионов вошли Курская, Тамбовская, Омская, Челябинская, Воронежская, Липецкая, Псковская области, Алтайский край и Республика Татарстан. Следует отметить, что в Центральном федеральном округе происходит процесс углублённой специализации свиноводства. В Уральском федеральном округе наблюдаются различные формы организации производства мелкие откормочные фермы, репродукторы, крупные свиноводческие комплексы.

Анализ технологических и производственных процессов на предприятиях позволил выявить следующие проблемы:

- Первая - устаревшие «типовые» проекты на 28, 54, 108 тысяч голов с откорма. В ЕС используют иную классификацию комплексов на 1200, 2400, 4800 свиноматок. Важно подчеркнуть, что в действительности, проект на 4800 свиноматок, может оказаться проектом на 4500 или 5500

свиноматок. Эти неправильные определения мощности проекта приводит к увеличению времени реализации, что негативно сказывается на бизнес-планировании и приводит к невозможности выполнения производственной программы, соответственно приводит к отклонениям в кредитном соглашении.

- Вторая - отклонения между расчётной мощностью и фактической мощностью (неправильный расчёт станкомест, неравномерное распределение поголовья по производственным цехам). Возникает в тех случаях когда при проектировании не учитывается продуктивный потенциал специализированных линий и пород свиней, обладающих высоким многоплодием и энергией роста.
- Третья - связана с отклонениями в работе систем микроклимата от нормативных показателей. Это приводят к увеличению эмиссии вредных газов и негативному влиянию на здоровье людей и животных и окружающей среды.
- Четвёртая – отклонения в работе систем кормления животных. Стоимость кормов играет главную роль в структуре себестоимости продукции. В некоторых случаях отмечено, нерациональное использование кормов. Остатки корма ухудшают санитарное состояние корпусов и могут привести к размножению и распространению различных микроорганизмов и бактерий, что может оказать негативное влияние на здоровье людей, животных и окружающую среду.
- Пятая - функционирование системы переработки и хранения навоза. Не соблюдение норм и правил по объёмам навозохранилищ, возникает из-за отклонений между фактической мощностью предприятия и проектной. Эта проблема наиболее важная в экологическом плане.

В связи с этим проводился анализ систем удаления навоза. Все предприятия были распределены на группы по технологиям удаления навоза.

Установлено, что на комплексе 108 тыс. голов откормочного молодняка в год годовой объем навозных стоков составляет более 120 тыс.м^3. Используемые системы удаления навозных стоков периода 70-х годов прошлого столетия не соответствуют современным технологическим, зоогигиеническим и санитарным требованиям.

К основным технологическим процессам, оказывающим негативное воздействие на окружающую среду при интенсивном производстве свинины относят: технологии переработки навоза в органическое удобрение; технологии внесения готового органического удобрения.

При изучении выбросов, особое внимание обращалось на предотвращение рециркуляции загрязнённого воздуха на территории ферм, из здания в здание. Исследования показали, что до 17% такого воздуха при существующих системах вентиляции и объемно-планировочных решениях поступает в соседние здания. При этом могут возникать условия для переноса различных возбудителей болезней животных. Установлено, что все здания и сооружения на территории свиноводческого предприятия подразделяются на основные производственные и подсобные. К первым относятся все сооружения для содержания свиней. Отмечается блокировка зданий и секций. Блокируемые в одно здание сооружения изолированы друг от друга перегородками и имеют непосредственные выходы наружу. Отмечено также деление на функциональные зоны. Зона А-производственная, где размещаются основные производственные здания и ветеринарные объекты; зона Б – подсобная производственная, где размещаются кормоцех, автовесы, пункт технического обслуживания, сооружения водо-, электро – и теплоснабжения, канализацию, внутренние проезды и скотопрогоны, рампы для погрузки и выгрузки животных; зона

В занята помещениями и площадками для хранения кормов, складами, помещениями управления, общественного питания и т.д.

Объекты сельскохозяйственного производства оказывают негативное химическое, биологическое, физическое и механическое воздействие на все основные компоненты окружающей среды: почву, поверхностные воды и атмосферный воздух. Выбросы оценивались по 9 показателям: аммиак, PM, метан, оксид азота, оксид углерода, оксид серы, сероводород, пыль от различных источников загрязнения (животные, теплогенераторы, места загрузки кормбикорма в бункер, навозохранилища, крематор, автотранспорт). Дополнительные загрязнения происходят от котельных в результате переработки и поступления в атмосферу продуктов сгорания топлива, от выхлопных газов автотракторной техники, от испарений из емкостей для хранения навоза, пыли, образующейся при погрузке, разгрузке, сыпучей сельскохозяйственной продукции. В помещениях для содержания различных половозрастных групп свиней на предприятиях, источниками выделения метана (CH_4) являются пищеварительный тракт животного при акте дефекации. Уровень выделяемых кишечных газов CH_4, зависит от функции ферментативного потенциала пищеварительного тракта, пищевых волокон.

Пылью называют взвешенные в воздухе частицы размером менее 100-150 мкм. Частицы менее 0,1 мкм относятся к неоседаемой пыли. Животноводческие комплексы служат источниками органической пыли, связанной с раздачей кормов и подстилкой, чисткой животных, уборкой помещений. Пыль оказывает на организм косвенное и прямое влияние. Косвенное влияние заключается в том, что она снижает интенсивность солнечной радиации, особенно ультрафиолетовой её части. Прямое (непосредственное) влияние пыли заключается в действии её на глаза, кожу и органы дыхания. Концентрация пыли в помещениях для животных, в частности, фракции PM_{10}, может иметь прямое отрицательное воздействие на животных и человека, за счет соединений, которые могут нести частицы пыли (бактерии, токсины). Пыль также играет важную роль в качестве носителя ароматных соединений. Частицы пыли, которые могут образовываться в животноводческих помещениях, различаются в диапазоне от неорганических веществ (например, почвенный материал) до органических частиц растительного и животного происхождения, в том числе мертвые и живые микроорганизмы, такие как бактерии, грибки, вирусы и части этих организмов, например, эндотоксины. Эти биологические компоненты обычно называются «биоаэрозоли». Основными источниками их загрязнения являются: неочищенные или недостаточно очищенные производственные, ливневые и бытовые сточные воды; поверхностный сток с территории производственных объектов свиноводческих предприятия; утечки вредных веществ из емкостей, трубопроводов и других сооружений; аварийные сбросы сточных вод.

Рекомендации по улучшению экологической ситуации на свиноводческих предприятиях.

Для предотвращения загрязнения водных источников не допускать утечки в водные объекты от навозопроводов и сооружений их хранения, сброс бытовых и производственных отходов и мусора. Предприятия должны контролировать санитарное состояние подведомственной территории, не допускать попадания отходов производства в дождевую канализационную сеть.

Для решения проблем, связанных с выбросами рекомендуется размещать здания торцовой стороной к господствующим ветрам с целью быстрого удаления загрязненного воздуха, скопившегося между помещениями. Предусмотреть централизованную систему притока и удаления воздуха из помещений.

В качестве доступной технологии предложено озеленение территории ферм для оздоровления воздушной среды. Так, берёзовая роща площадью 1 га за вегетационный период задерживает от 1100 до 2300 кг пыли. Важно отметить, что сосны, можжевельники выделяют фитонциды – вещества, губительно действующие на

некоторые микроорганизмы, а также терпены, которые увеличивают количество легких ионов с отрицательными зарядами. Вещества, выделяемые листьями дуба и тополя, убивают дизентерийную палочку, сосны – туберкулёза, кора пихты – дифтерии. Предлагается создавать по границе животноводческого предприятия и между отдельными производственными секторами полосу зелёных насаждений шириной 3-5 м. Зелёный барьер между зданиями сокращает возможность поступления загрязнённого воздуха, уменьшает количество микрофлоры, снижает интенсивность запахов, неблагоприятное действие метеорологических условий. Особенно важно озеленять открытые площадки и места расположения навозохранилищ. Следует максимально использовать имеющиеся на местности естественные лесные массивы, рассматривая их как защитный барьер между животноводческими фермами и жилой застройкой. Озеленение этих зон следует осуществлять путём создания системы чередующихся лесозащитных полос из газоустойчивых пород деревьев и кустарников, таких, как тополь, вяз, клён американский, акация белая, можжевельник, туя.

***

1. Об охране окружающей среды. Закон РФ от 10.01.2002 №7-ФЗ.
2. Комплекс мер направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий, переход на принципы наилучших доступных технологий внедрения современных технологий (утверждён распоряжением Правительства РФ от 19 марта 2014 г. №398-Р).
3. Best Available Techniques (BAT) «Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs» BREF (EU), 2015.
4. Отраслевая анкета для свиноводческих предприятий http://burondt.ru.
5. http://www.mcx.ru/ Интернет-портал Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

РАЗДЕЛ X. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Журавлева Л.А., Тхуан Н.В.

Оптимизация параметров ходовых систем широкозахватных дождевальных машин кругового действия

Московский политехнический университет
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-28
idsp: scienceconf-03-2021-28

Аннотация

В процессе взаимодействия колес дождевальных машин (ДМ) с почвой создается колея, происходит уплотнение почвы. Для предотвращения создания глубокой колеи и интенсивного уплотнения почвы должны быть выбраны соответствующие ходовые системы с учетом характеристик орошаемых земель и рационального соотношения конструктивных параметров машины таких как длина пролета, диаметр трубопровода и тип шин. Целью исследования является оптимизация параметров ходовых систем широкозахватных ДМ кругового действия. В статье представлены теоретические зависимости для определения глубины и ширины колеи для двухколесных и трехколесных ходовых тележек ДМ, а также области применения их в зависимости от несущей способности почвы, нормы полива и конструктивных особенностей машин. Анализ данных показывает, что для почвы высокой несущей способности при норме полива до 300 м^3/га возможно применение узкопрофильных пневматических колес; для средней несущей способности при норме полива 300-500 м^3/га – обычные шины; для низкой несущей способности при норме полива более 500 м^3/га – широкопрофильные шины.

Ключевые слова: ходовые системы, уплотнение, колея, удельное давление.

Введение. Движение широкозахватных ДМ в процессе полива осуществляется посредством взаимодействия движителей их опорных тележек с почвой, которая одновременно является несущим основанием и объектом увлажнения. Взаимодействие движителей машин сопровождается возникновением сил трения, нормальных и касательных напряжений, вызывающих уплотнение почвы, ее разрушение, образование колеи.

Анализ применения ходовых систем многоопорных ДМ показал, что для повышения проходимости многоопорных широкозахватных ДМ и снижения антропогенной нагрузки на почву целесообразно оборудовать колесными системами с низким уплотняющим воздействием. Необходимы соответствующие теоретико-экспериментальные исследования по обоснованию их параметров.

Рис. 1. Двухколесные и трехколесные опорные тележки ДМ

Как показывает опыт эксплуатации для широкозахватных ДМ кругового действия, глубина колеи имеет несколько большее значение в начале сезона, связанное с более длительным воздействием на почву ходовых тележек, расположенных у основной опоры. И увеличение значений колеи в конце поливного сезона на последних тележках, вызванное повышенным расходом воды через сопло дождевателей и интенсивностью дождя [1-4].

Целью исследования является - оптимизация параметров ходовых систем широкозахватных ДМ кругового действия.

Теоретические исследования.

Ширину колеи для двухколесных тележек ДМ можно определить из выражения:

$$B_K = \left\{ \left(R_{iM} + \frac{b_K}{2} \right)^2 + \frac{0.6(m_{ОП} + (\frac{L_M - l_{КОН}}{l_{ПР}})m_{T2} + m_{1BT}L_M + m_K)}{n_T\left[P_{ДП} - (1.4m_{ДОСТ}^{0.65} + 8\cdot 1.01^{m_{CT}})\right]b_K\sqrt{D_K}} \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \left(D_K - \frac{0.6(m_{ОП} + (\frac{L_M - l_{КОН}}{l_{ПР}})m_{T2} + m_{1BT}L_M + m_K)}{n_T\left[P_{ДП} - (1.4m_{ДОСТ}^{0.65} + 8\cdot 1.01^{m_{CT}})\right]b_K\sqrt{D_K}} \right) \right\}^{0.5} - \left(R_{iM} - \frac{b_K}{2} \right) \quad (1)$$

где $m_{ОП}$ - масса основной опоры;

m_{T2} - масса опорных тележек с двумя колесами;

m_{1BT} - масса участков водопроводящего трубопровода между опорными тележками с системой крепления (шпренгельной системой),

m_K - массы консоли (при наличии);

n_T – количество тележек;

L_M – длина машины;

$l_{КОН}$ – длина консоли;

$l_{ПР}$ – расстояние между пролетами.

Для трехколесных тележек:

$$B_K = \left\{ \left(R_{iM} + \frac{b_K}{2} \right)^2 + \frac{0.4(m_{ОП} + (\frac{L_M - l_{КОН}}{l_{ПР}})m_{T3} + m_{1BT}L_M + m_K)}{n_T\left[P_{ДП} - (1.4m_{ДОСТ}^{0.65} + 8\cdot 1.01^{m_{CT}})\right]b_K\sqrt{D_K}} \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \left(D_K - \frac{0.4(m_{ОП} + 1.2(\frac{L_M - l_{КОН}}{l_{ПР}})m_{T2} + m_{1BT}L_M + m_K)}{n_T\left[P_{ДП} - (1.4m_{ДОСТ}^{0.65} + 8\cdot 1.01^{m_{CT}})\right]b_K\sqrt{D_K}} \right) \right\}^{0.5} - \left(R_{iM} - \frac{b_K}{2} \right) \quad (2)$$

m_{T3} - масса опорных тележек с тремя колесами.

Необходимо учитывать, что масса тележки с тремя колесами за счет большей длины и усиленной рамы составляет порядка $m_{T3} = (1.1 - 1.25)m_{T2}$ т.е. в среднем $(1.1 - 1.25)m_{T2}$.

Глубина колеи для двухколесной тележки ДМ может быть выражена следующей зависимостью [5]:

$$H'' = \frac{0.6(m_{ОП} + (\frac{L_М - l_{КОН}}{l_{ПР}})m_{Т2} + m_{1ВТ}L_М + m_К)}{n_Т P_{ПП} b_К \sqrt{D_К}} \quad (3)$$

Глубина колеи для трехколесной тележки ДМ:

$$H'' = \frac{0.4(m_{ОП} + 1.2(\frac{L_М - l_{КОН}}{l_{ПР}})m_{Т2} + m_{1ВТ}L_М + m_К)}{n_Т P_{ПП} b_К \sqrt{D_К}} \quad (4)$$

Теоретические зависимости глубины колеи от несущей способности почвы при различной длине пролетов на примере ДМ «Кубань-ЛК1М» (КАСКАД), построенные в соответствии с выражением (3) представлены на (рис. 2).

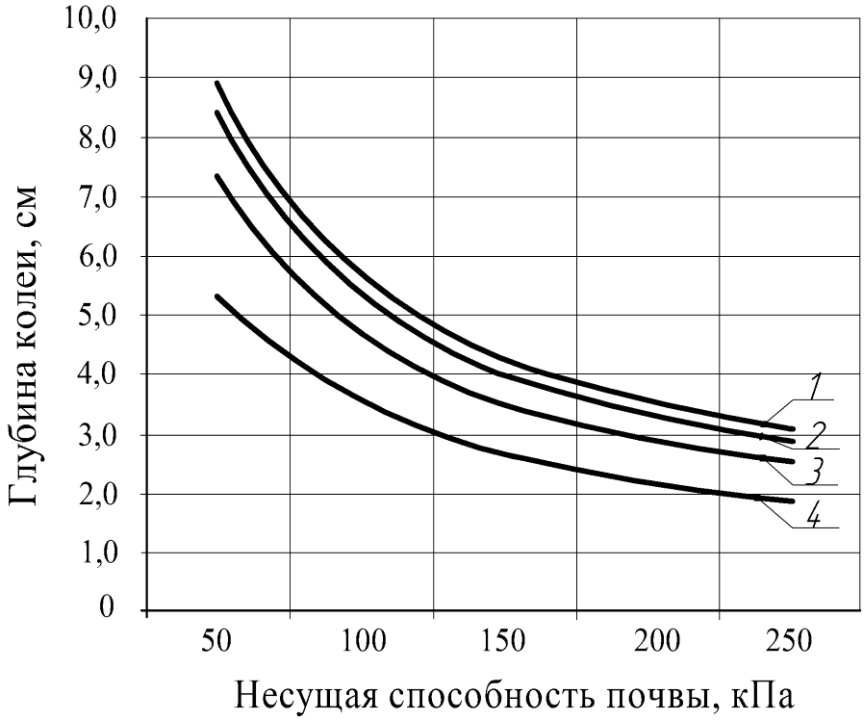


Рис. 2. Зависимость глубины колеи от несущей способности почвы для ДМ «Кубань-ЛК1» (КАСКАД) (шины 14,9-24) (труба 159мм) для первой опоры: 1 – пролет 65м; 2 – пролет 59,5м; 3 – пролет 48,7м; 4 – пролет 30м

Рассматривая зависимость величины колеи от несущей способности почвы при различной длине пролетов на примере ДМ «Кубань-ЛК1» (КАСКАД), можно сделать вывод о возможности увеличения пролета до 65 м, при которых величина колеи не превышает нормативных значений при несущей способности более 100 кПа и поливной норме порядка 300-350 м^3/га.

Для почв с низкой несущей способностью и машин с длиной пролетов более 59 м рационально применение колес с шинами не менее 16,9-24, а при уменьшении несущей способности - шины 18,4-26 (рис. 2).

Теоретические зависимости ширины колеи от порядкового номера опорной тележки на примере ДМ «КАСКАД», построенные в соответствии с выражением (1) представлены на (рис. 3). Ширина колеи для всех модификаций машин и колес уменьшается с увеличением расстояния от центральной опоры.

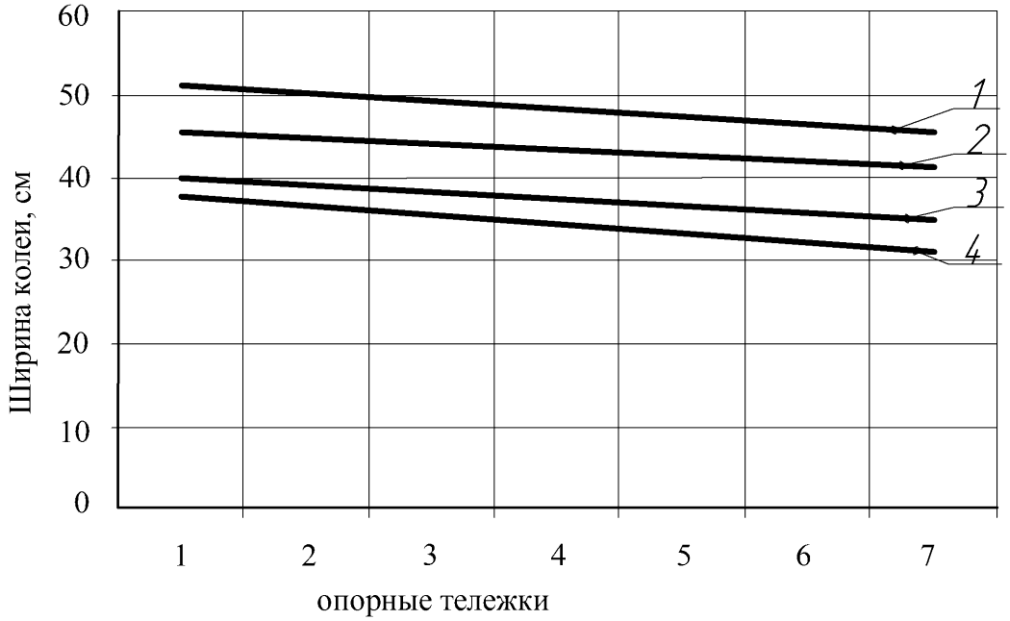


Рис. 3. Зависимость ширины колеи от порядкового номера опорной тележки (расстояние от основной опоры) для ДМ «КАСКАД» (несущая способность почвы 100 кПа): 1– шины 18,4-24; 2 – шины 16-20; 3 – шины 15,5-38; 4 – шины 14,9-24

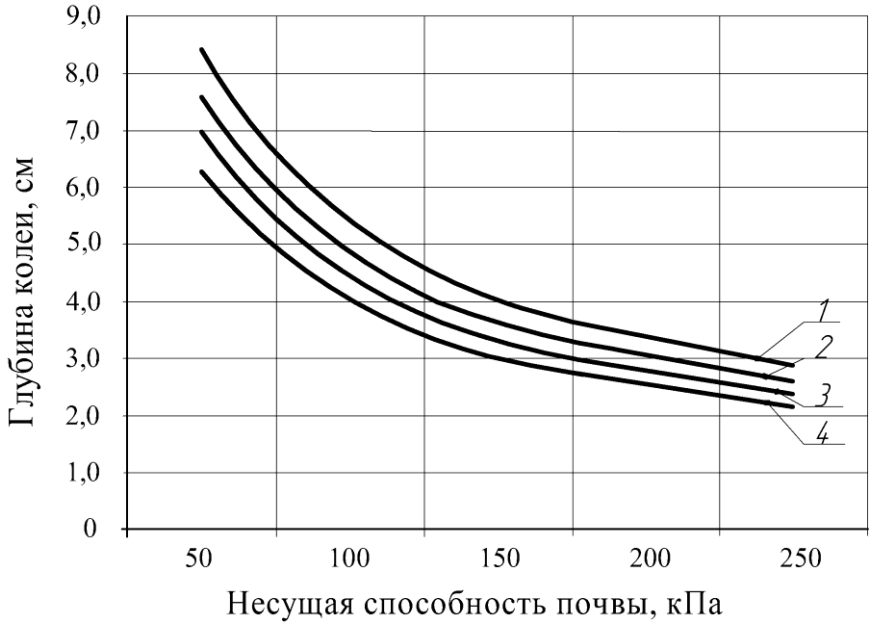


Рис. 4. Зависимость глубины колеи от несущей способности почвы для ДМ «КАСКАД» пролет 59,5 м (труба 159 мм) для первой опоры: 1 – шины 14,9-24; 2 – шины 16,9-24; 3 – шины 18,4-24; 4 – шины 23,1-26

Для уменьшения глубины колеи возможно применение колес более широкого профиля или снижение массы за счет уменьшения диаметра трубопровода, что целесообразно при работе с меньшими расходами [6, 7].

В таблице 1 приведены рекомендации по количеству колес, устанавливаемых на одной тележке ДМ. Данные рекомендации были определены на основе сравнения удельного давления колеса на почву с нормативным удельным давлением [8]. Расчет был проведен для ДМ, на тележке которых устанавливаются два колеса. Если удельное давление на почву по расчету меньше, чем нормативное удельное давление, то на тележке устанавливаются два колеса. Наоборот, если удельное давление на почву по расчету больше, чем нормативное удельное давление, то на тележке необходимо устанавливать три колеса.

Природные условия			Характеристики машины КАСКАД с пневматическими колесами				Рассчитываемые параметры						
Тип почвы	Норма полива, м^3/га	Достоковая норма, м^3/га	Диаметр трубопровода, мм	Давление на почву, кН	Длина пролета, м	Шины	Удельное давление, МПа	Глубина колеи, м	Ширина колеи, м	Нормативные удельные давления, МПа			
										Весенний период	Количество колес	Летне-осенний период	Количество колес
Чернозем обыкновенный	300	484	133	131.50	59.5	14.9 - 20	0.155	0.066	0.28	0.180	2	0.210	2
				132.72	65.25		0.157	0.067	0.28		2		2
	400		159	174.76	59.5	16 - 20	0.149	0.086	0.30	0.150	2	0.180	2
				179.11	65.25		0.153	0.088	0.30		3		2
	500		168	210.45	59.5	18 - 24	0.128	0.081	0.34	0.120	3	0.140	2
				217.86	65.25		0.132	0.084	0.34		3		2
	600		203	281.12	59.5	23 - 26	0.092	0.082	0.43	0.100	2	0.120	2
				294.33	65.25		0.096	0.086	0.43		2		2
Темно-каштановый суглинок	300	629	133	133.03	59.5	14.9 - 20	0.155	0.049	0.28	0.180	2	0.210	2
				132.72	65.25		0.157	0.049	0.28		2		2
	400		159	176.97	59.5	16 - 20	0.149	0.061	0.30	0.150	2	0.180	2
				179.11	65.25		0.153	0.062	0.30		3		2
	500		168	212.95	59.5	18 - 24	0.128	0.054	0.34	0.120	3	0.140	2
				217.86	65.25		0.132	0.056	0.34		3		2
	600		203	285.11	59.5	23 - 26	0.092	0.052	0.43	0.100	2	0.120	2
				294.33	65.25		0.096	0.054	0.43		2		2

Методика исследований.

Исследование колееобразования проводилось в начале, середине и конце поливного периода. Замеры глубины колеи проводились с помощью линейки (рис. 5). Эксперименты проводились на ДМ «Кубань-ЛК1М» (Каскад) и «КАСКАД» в Саратовской области, правобережье.

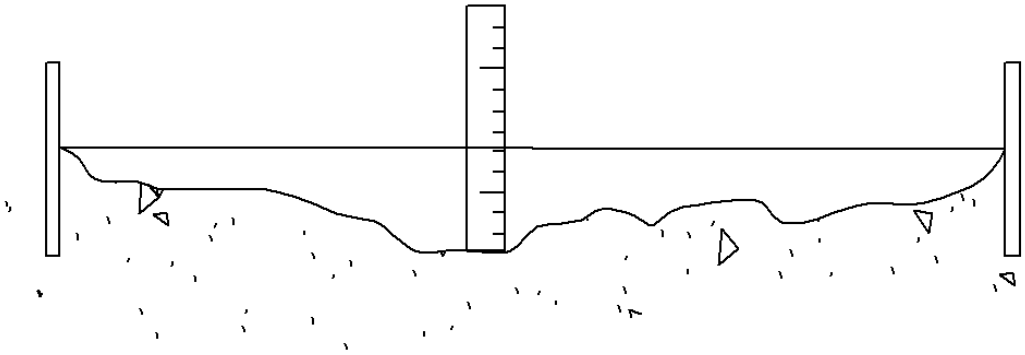


Рис. 5. Измерение колеи

Результаты исследований.

Результаты исследований глубины колеи от порядкового номера опорной тележки при несущей способности почвы 110-125 кПа после первого прохода для ДМ «Кубань-ЛК1М» длиной 497 показаны на (рис. 6).

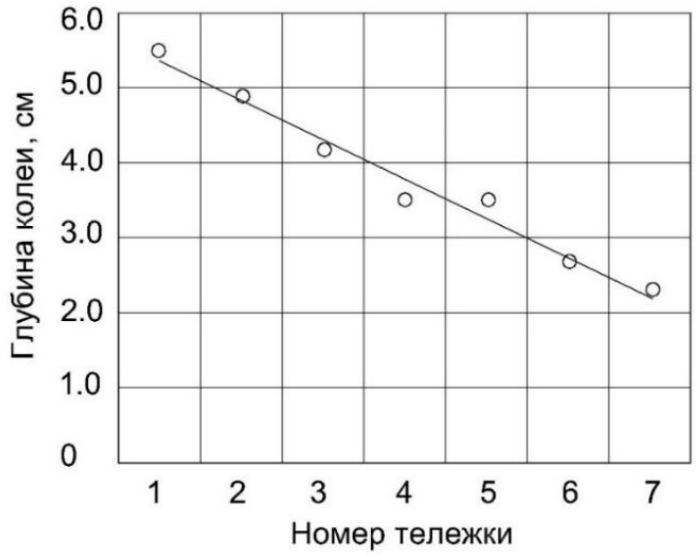


Рис. 6. Зависимость глубины колеи от номера опорной тележки при несущей способности почвы 110-125 кПа: ДМ «Кубань-ЛК1М» (Каскад) (48,7 м пролет, шины 14,9-24), $H'' = -0.525 n_{ОТ} + 5.9$; $R^2 = 0.976$

В конце поливного сезона вид зависимости глубины колеи от порядкового номера тележки меняется с линейной на квадратичную. На последних тележках колея снова возрастает за счет увеличения расхода и крупности капель (рис. 7).

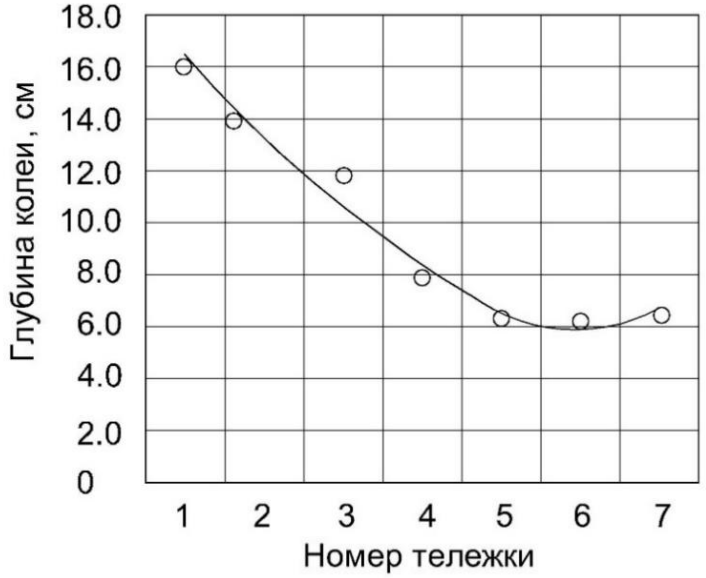


Рис. 7. Зависимость глубины колеи от номера опорной тележки в конце поливного сезона: ДМ «Кубань-ЛК1М» (Каскад) (48,7 м пролет, шины 14,9-24),

$$H'' = 0.041 n_{ОТ}^3 + 0.023 n_{ОТ}^2 - 3.489 n_{ОТ} + 19.8; \; R^2 = 0.967$$

При увеличении пролета до 59,5 м и установке колес с шинами 16,9-24, колея снижается до 4 см на первой тележке за первый проход и до 9 см в конце поливного сезона, несмотря на увеличение длины пролета (Рис.8).

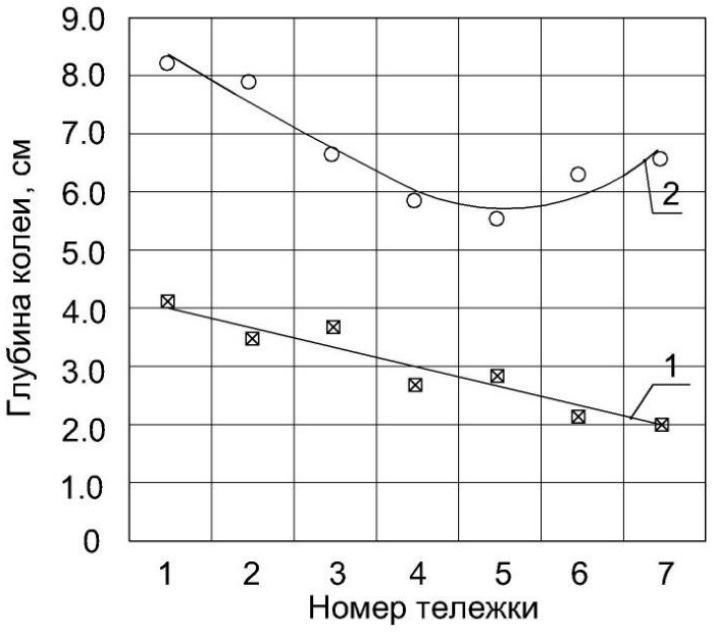


Рис.8. Зависимость глубины колеи от номера опорной тележки при несущей способности почвы 110-125 кПа в начале (1) и конце (2) поливного сезона, ДМ «Кубань-ЛК1М» (Каскад) (59,5 м пролет, шины 16,9-24,: 1 – $H'' = 0.03n_{OT}^3 - 0.206n_{OT}^2 - 0.357n_{OT} + 8.871$; $R^2 = 0.935$; *2 – теоретическая зависимость*

Анализ данных показывает, что на почвах повышенной прочности ДМ целесообразно оборудовать узкими пневмоколесами. На почвах с низкой несущей способностью и значительными поливными нормами от 600 м^3/га – более широкопрофильными пневматическими шинами 18-24; 23-26, 21.3-24 для ДМ «Кубань-ЛК1», «Кубань-ЛК1М» (КАСКАД), «КАСКАД» с шириной профиля 0,30-0,54 м, в том числе установкой более широкопрофильных шин в концевой части машин.

Кроме того, в условиях пониженной прочности почв возможно применение на ДМ шин с меньшими значениями ширины профиля, нежели рекомендуемые, но для уменьшенных величин длин пролетов ДМ или уменьшенного диаметра водопроводящего трубопровода.

Заключение. Теоретически определили, что если на ДМ применить шину 18-24, или шину 16-20 (с пролетом длины 65.25 м) то них должны устанавливать 3 колеса для удовлетворения нормативного удельного давления.

Проведенные исследования позволили определить ориентировочные зоны применения колесных систем в зависимости от несущей способности почвы:

1. повышенной несущей способности при норме полива до 300 м^3/га возможно применение узкопрофильных пневматических колес. Глубина колеи – не более 0,08-0,1 м.
2. средней несущей способности при норме полива 300-500 м^3/га – обычные шины. Глубина колеи – 0,05-0,1 м.
3. низкой несущей способности при норме полива более 500 м^3/га – широкопрофильные шины. Глубина колеи - 0,1-0,15 м.

Полученные экспериментальные данные хорошо сочетаются с показателями теоретических расчетов.

***

1. Рязанцев, А.И. Технологические особенности полива дождевальной машиной «Фрегат» культурных пастбищ / А.И. Рязанцев, Н.Я. Кириленко, А.В. Шереметьев // Техника и технологии агропромышленного комплекса. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2012. – №5. –С.27-30.
2. Рязанцев, А.И. Технико-эксплуатационные особенности многоопорной электрифицированной дождевальной машины нового поколения «Кубань-ЛК1» / А.И. Рязанцев, А.О. Антипов / Вестник

Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 2. – С. 83-87.
3. Рыжко, Н.Ф. Обоснование ресурсосберегающего дождевания / Н.Ф. Рыжко // Вестник Саратовского Госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. - 2014. – № 7. – С. 40–45.
4. Слюсаренко, В.В. Технические решения для повышения площади полива и коэффициента земельного использования дождевальных машин кругового действия / В.В. Слюсаренко, Г. П. Надежкина, Н.Ф. Рыжко // Научная жизнь. -2014. –№ 2. С. 100-109.
5. Михалев Н. В. Обоснование технологических и технических решений по распределению стоков дождевальными машинами кругового действия: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 2000. – 155 с.
6. Абдразаков, Ф.К. Рациональное снижение металлоемкости при конструировании широкозахватных дождевальных машин / Ф.К. Абдразаков, Л.А. Журавлева, В.А. Соловьев //Аграрный научный журнал. – 2018. –№5.–С. 37-42.
7. Abdrazakov, F.K.The studies of water flow characteristics in the water conducting belt of wide-coverage sprinkling machines / F.K.Abdrazakov, D.A. Soloviev, A. L. Zhuravleva [и др.] // The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication – TOJDAC ISSN: 2146-5193. Special Edition, March 2018. - P. 567-577.
8. Нормативные напряжения на почву [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/gost-26955-86 – (Дата обращения: 07.03.2021).

РАЗДЕЛ XI. ЛОГИСТИКА

Якунин С.Н., Сюсюкало Ю.С.

Размещение и оборудование наземных пешеходных переходов на участке улично-дорожной сети г. Оренбурга

Оренбургский государственный университет
(Россия, Оренбург)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-29
idsp: scienceconf-03-2021-29

Аннотация

В настоящее время заметно увеличивается количество транспортных средств на улицах города. Число автотранспортных средств увеличивается, и опережает темпы развития дорожной сети. В данной статье рассматривается совершенствование организации дорожного движения на реальном участке улично–дорожной сети города Оренбурга.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, транспортное средство, дорожно-транспортное происшествие, дорожное движение.

Abstract

Currently, the number of vehicles on the streets of the city is significantly increasing. The number of vehicles is increasing, and is outpacing the pace of development of the road network. This article discusses the improvement of the organization of traffic on a real section of the street and road network of the city of Orenburg.

Keywords: road network, vehicle, traffic accident, road traffic

Выбираем участок проспект Гагарина - улица Мира, так как на данном перекрёстке наблюдается высокая интенсивность транспортных и пешеходных потоков. Данный перекрёсток проспект Гагарина - улица Мира находится в городе Оренбурге в Ленинском районе. Перекрёсток имеет Т-образную форму. Главной улицей является проспект Гагарина. Заезд можно совершить с улицы Чкалова, Загородного и Нежинского шоссе. Географические координаты данного перекрестка для GPS или ГЛОНАСС навигатора нужно вводить: широта 51.775194, долгота 55.169459.

Для подробного изучения анализа и последующего совершенствования возьмём 100 м от границ перекрёстка в каждые стороны.

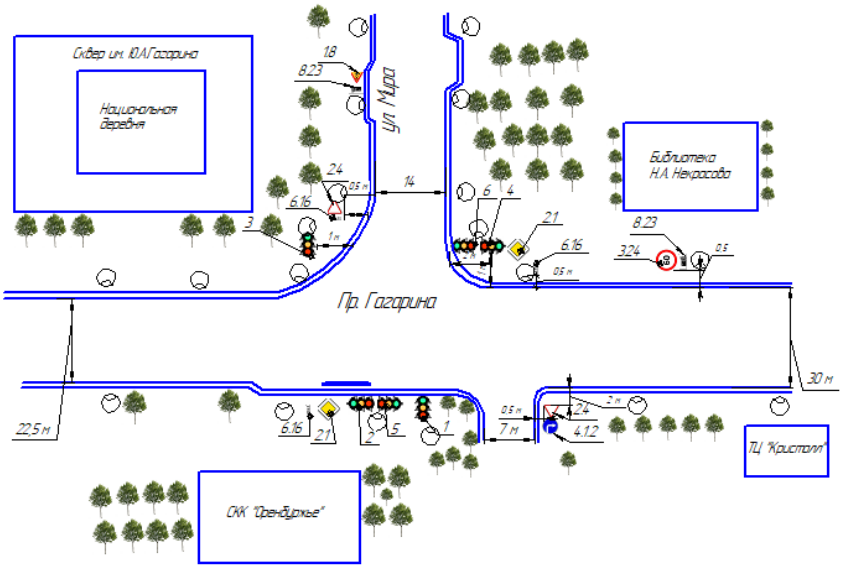


Рисунок 1 – Схема существующего перекрестка до реорганизации

Подсчет интенсивности движения производится на участке улица Мира. Для обследования параметров движения пешеходного потока необходимо вычертить схему участка, с указанием геометрических размеров, технических средств организации движения.

Данные обследования заносятся в таблицу 1.

Таблицы 1

Результаты обследования пешеходного потока

Дата обследования «17» февраля 2020г.												
Интервал наблюдения 18.00…19.00.												
Параметр	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	Интенсивность, $N_{пеш}$ чел-ч
Количество пешеходов	19	26	34	24	21	23	23	13	15	16	15	229

Анализ соответствия правилам размещения и оборудования пешеходных переходов требованиям нормативной документации представлен в таблице 2.

Таблица 2

Анализ соответствия правилам размещения и оборудования пешеходных переходов требованиям нормативной документации

Наименование и пункт нормативного документа	Краткая характеристика требований	Степень соответствия
ГОСТ Р 52766-2007, пункт 4.5.2.1	Пешеходные переходы через автомобильные дороги в населенных пунктах располагают через 200 – 300 м	Соответствует
ГОСТ Р 52766-2007, Пункт 4.5.2.3	Определяет вид пешеходного перехода	Не соответствует
ГОСТ Р 52766-2007, Пункт 4.5.2.4	Наличие островка безопасности при ширине проезжей части более 15 м	Не применяется
ГОСТ Р 52289-2004, Пункт 6.2.17.	Ширина размечаемого пешеходного перехода	Соответствует
СП 42.13330.2011, Пункт 11.9	Соблюдение треугольника видимости	Соответствует
ГОСТ Р 52766-2007: Пункт 4.5.2.4	Оборудование пешеходного перехода дорожными знаками, разметкой	Не соответствует

Анализ соответствия установки дорожных знаков требованиям нормативной документации представлен в таблице 3.

Таблица 3

Анализ соответствия установки дорожных знаков требованиям нормативной документации

Пункт ГОСТ Р 52289-2004	Краткая характеристика нормативной документации	Степень соответствия
Пункт 5.6.24	Знаки 5.19.1 и 5.19.2 «Пешеходный переход» применяют для обозначения мест, выделенных для перехода пешеходов через дорогу	Соответствует
Пункт 5.1.17	Знаки 5.19.1 и 5.19.2 «Пешеходный переход» применяют на щитах со световозвращающей флуоресцентной пленкой желто-зеленого цвета	Не соответствует
Пункт 5.1.6	На дорогах с двухсторонним движением с двумя и более полосами для движения в данном направлении знак 5.19.1 дублируют над проезжей частью	Не соответствует
Пункт 5.1.7	Расстояние от края проезжей части до ближайшего к ней края знака, установленного сбоку от проезжей части, должно быть 0,5 - 2,0 м.	Соответствует
Пункт 5.1.8	Расстояние от нижнего края знака до поверхности дорожного покрытия от 2,0 до 4,0 м - в населенных пунктах	Соответствует

Пункт 5.2.24	Знак 1.22 "Пешеходный переход" устанавливают в населенных пунктах перед переходами, расстояние видимости которых менее 150 м.	Не применяется
Пункт 5.9.19	Табличка 8.15 "Слепые пешеходы" применяют совместно со знаками 1.22, 5.19.1, 5.19.2 перед пешеходными переходами, расположенными в непосредственной близости от объектов, которые посещают слепые и слабовидящие	Не применяется
Пункт 5.7.18	Знак 6.16 "Стоп-линия" допускается применять для дублирования разметки 1.12	Не соответствует

Анализ соответствия дорожной разметки требованиям нормативной документации представлен в таблице 4.

Таблица 4

Анализ соответствия дорожной разметки требованиям нормативной документации

Пункт ГОСТ Р 52289-2004	Краткая характеристика нормативной документации	Степень соответствия
Пункт 6.2.17	Разметку 1.14.1 и 1.14.2 наносят параллельно оси проезжей части	Соответствует
Пункт 6.2.3	Разметка 1.1 применяется перед пешеходными переходами не менее 20 м от разметки 1.12.	Соответствует
Пункт 6.2.5	Разметка 1.3 применяют для разделения ТП противоположных направлений (осевая линия) на участках дорог, имеющих четыре и более полос движения в обоих направлениях	Не соответствует
Пункт 6.2.7	Разметка 1.5 применяются для обозначения границ полос движения при их числе две или более для одного направления	Соответствует
Пункт 6.2.8	Разметка 1.6 применяют для предупреждения о приближении к разметке 1.1.	Соответствует
Пункт 6.2.13	Допускается применять разметку 1.11 для разделения потоков ТС противоположных направлений вместо линии 1.1.	Не применяется
Пункт 6.2.14	Разметка 1.12 наносится на расстоянии 3 - 5 м при расположении светофора сбоку от проезжей части	Не применяется

Анализ соответствия правилам применения пешеходных ограждений требованиям нормативной документации представлен в таблице 5.

Анализ соответствия правилам освещения пешеходных переходов требованиям нормативной документации представлен в таблице 5.

Таблица 5

Анализ соответствия правилам освещения пешеходных переходов требованиям нормативной документации

Пункт ГОСТ Р52766-2007	Краткая характеристика нормативной документации	Степень соответствия
Пункт 4.5.2.4	Пешеходные переходы должны быть оборудованы – стационарным наружным освещением, либо автономным источником света с использованием энергии солнечных батарей	Не соответствует
Пункт 4.6.1.8	На пешеходных переходах в одном уровне норма освещенности должна быть повышена не менее чем в 1,3 раза по сравнению с нормой освещенности проезжей части	Не соответствует

Строим схему в соответствии с ГОСТ в графическом редакторе. Длина рассматриваемого участка не менее 200 метров (не менее 100 м от пешеходного перехода в каждую сторону).

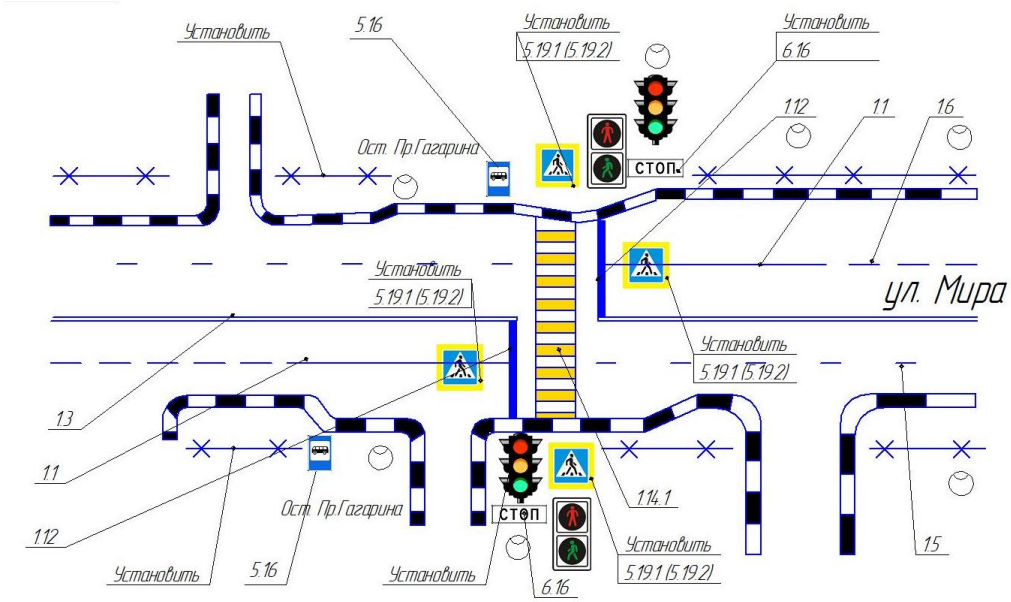


Рисунок 2 – Схема пешеходного перехода на улице Мира

Таблица 6

Сводная ведомость объемов горизонтальной разметки

Номер разметки	1.1	1.3	1.5	1.6	1.12	1.14.1
Длина разметки, м	40	100	100	100	14	14
Материал	Краска дорожная белая АК-511					

Таблица 7

Сводная ведомость дорожных знаков

№ п/п	Тип знака	Номер знака (по ГОСТ Р 52290-2004)	Наименование знака	Типоразмер (по ГОСТ Р 52290-2004)	Тип пленки знака	Количество
1	Знаки особых предписаний	5.19.1 и 5.19.2	Пешеходный переход	2	Световозвращающая флуоресцентная	4
2	Знаки особых предписаний	5.19.1 и 5.19.2	Пешеходный переход	2		2
3	Информационно-указательные знаки	6.16	Стоп-линия	2		2

Назначаем мероприятия, которые должны полностью устранять несоответствия требований нормативной документации в существующей схеме организации дорожного движения.

Таблица 9

Мероприятия по совершенствованию существующей схемы организации дорожного движения

Наименование мероприятия	Ожидаемый эффект
1. Установка дорожных знаков 5.19.1 и 5.19.2. на щитах со световозвращающей флуоресцентной пленкой желто-зеленого цвета	Улучшение видимости дорожных знаков в темное время суток

2. Установка светофоров с вызывным устройством	Повышение безопасности движения пешеходов и транспортных средств
3. Установка ограничивающих пешеходных ограждений	Обеспечить безопасность здоровья и жизни людей
4. Установка знака «стоп-линия» и нанесение разметки 1.12	Обеспечить безопасность людей на пешеходном переходе
5. Нанесение дорожной разметки	Разделение потоков противоположных направлений

Вывод. С учетом проведенных мероприятий на улице Мира повышена безопасность путём установки дорожных знаков со светоотражающими элементами, установки пешеходных ограждений и нанесения линий дорожной разметки обозначающей пешеходный переход.

***

1. Пугачев И.Н. Организация движения автомобильного транспорта в городах: Учебное пособие. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2005. -196 с.
2. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств» (утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2004 г. № 120-ст с изменениями от 09.12.2013 г).
3. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения.– М.: ИКЦ «Академия», 2005. - 279с.: ил.
4. Строительные нормы и правила СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» (утвержденные постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 17.12.1985 №233 с изменениями от 30 июня 2012 г. N 266 и введением в действие с 1 июля 2013 г).
5. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 52398-2005 «Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования» (утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2005 г. N 296-ст).

РАЗДЕЛ XII. БИОТЕХНОЛОГИИ

Приходько Д.В., Красноштанова А.А.

Исследование функциональных свойств фракций пшеничного глютена

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева (Россия, Москва)

doi: 10.18411/scienceconf-03-2021-30
idsp: scienceconf-03-2021-30

Аннотация

Изучено влияние продолжительности ограниченного протеолиза на функциональные свойства глиадина и глютенина пшеницы. Показано, что варьирование времени протеолиза позволяет получать ферментативные гидролизаты данных белков с заданными функциональными свойствами. Подобраны условия ограниченного протеолиза для получения продуктов с максимальными значениями водоудерживающей, жироудерживающей, эмульгирующей и пенообразующей способностью.

Ключевые слова: функциональные свойства, глютенин, глиадин, ограниченный протеолиз.

Растительный белок давно привлекает внимание производителей пищевых продуктов, поскольку имеет ряд преимуществ по сравнению с животным. Помимо непосредственно пищевой ценности, растительные белки обладают рядом полезных свойств, позволяющих использовать их в качестве ингредиентов при разработке функциональных продуктов питания.

Среди растительных белков, добавляемых в функциональные продукты питания, ведущая роль принадлежит белкам, содержащимся в зерновых и бобовых культурах [1,2].

Один из основных белков, встречающийся в зерновых культурах (пшеница, кукуруза) – глютен. Доля общего белка в составе злаков составляет 7 – 14% [3,4]. В промышленных масштабах глютен получают с помощью глубокой переработки зерна, в результате которой также возможно получение сырья для производства спирта, глюкозно-фруктозных сиропов, аминокислот, биополимеров [5]. Глубокая переработка зерна в России является важной частью импортозамещения и создания безотходных производств.

Растительные белки находят применение при производстве пищевых продуктов в качестве ингредиентов питательной, технологической и лечебно-профилактической значимости благодаря присущим им уникальным функциональным свойствам [6,7].

К наиболее важным функциональным свойствам белков относятся водоудерживающая и жироудерживающая способности (ВУС и ЖУС соответственно), способность стабилизировать дисперсные системы (эмульсии, пены, суспензии) [8]. Однако фракции пшеничного глютена, в частности, глиадин, обладают аллергенностью и у ряда людей вызывают заболевание – целиакию. Для снижения аллергенности белка применяют различные способы его модификации. Одним из наиболее эффективных способов модификации белков является ферментативный гидролиз [9], который помимо снижения аллергенности белка способствует повышению степени выраженности функциональных свойств [10].

В связи с этим, **целью** настоящей работы явилось изучение функциональных свойств (ЖУС, ВУС, эмульгирующая способность (ЭС), пенообразование (ПС)) продуктов, полученных в ходе ограниченного протеолиза глиадиновой и глютениновой фракций пшеничного глютена.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования использовали ферментный препарат химотрипсин фирмы ООО "Самсон-Мед" с протеолитической активностью по Ансону – 96 ед./г; ферментный препарат Protex 40e фирмы Genencor с протеолитической активностью по Ансону – 94 ед./г.

Белковую фракцию пшеничного глиадина с содержанием основного вещества не менее 72% получали по ранее разработанной методике, включающей экстракцию из пшеничного глютена 40%-ным раствором этилового спирта при объемное соотношении глютен:этиловый спирт 1:9, температуре 40°С в течение 2 ч с последующим осаждением глиадина ацетоном при объемном соотношении спиртовой экстракт:ацетон 1:5.

Белковую фракцию пшеничного глютенина с содержанием основного вещества не менее 68% получали путем обработки 2%-ным раствором гидроксида натрия в течение 2 ч при температуре 40°С нерастворимого остатка, полученного после извлечения глиадина, с последующим осаждением из водного раствора при pH 5-6.

Для определения жироудерживающей способности (ЖУС) в стеклянные центрифужные пробирки емкостью 30 мл помещали 0,5 г исследуемого препарата и добавляли от 0,125 до 0,625 мл растительного масла с интервалом 0,125 мл. Содержимое пробирок перемешивали в течение 10 мин, после чего пробирки с суспензиями препарата выдерживали при перемешивании в течение 15 мин, охлаждали до комнатной температуры и центрифугировали при 1500 об/мин в течение 15 мин. За величину ЖУС принимали максимальное количество добавленного масла, при котором не наблюдалось отделения масляной фазы в процессе испытания, в пересчете на 1 г препарата [11].

Для определения водоудерживающей способности (ВУС) в стеклянные центрифужные пробирки емкостью 30 мл помещали 0,5 г исследуемого препарата и добавляли от 1,5 до 2,5 мл воды с интервалом 0,25 мл. Далее эксперимент проводили аналогично определению ЖУС. За величину ВУС принимали максимальное количество добавленной воды, при котором не наблюдалось отделения водной фазы в процессе испытания, в пересчете на 1 г препарата [11].

Для определения эмульгирующей способности (ЭС) в стеклянные центрифужные пробирки емкостью 30 мл помещали 1 г исследуемого препарата, добавляли 5 мл воды и 5 мл масла. Содержимое пробирок перемешивали в течение 10 мин, после чего проводили операции, аналогичные описанным выше и определяли процентное соотношение объемов отделившихся от эмульсии водной и масляной фаз [12].

Для определения пенообразующей способности (ПС) определяли высоту столба пены, которая формируется при падении водного раствора исследуемой композиции во время его переливания в мерный цилиндр. Для этого в колбы помещали 0,25 г исследуемого образца и добавляли 25 мл воды. Шейкером в течение 30 секунд взбивали полученный раствор. Далее переливали его в мензурку и измеряли высоту столба пены [13].

Результаты и обсуждение

Согласно литературным данным, регулируя глубину и условия гидролиза, можно получать продукты ограниченного протеолиза с заданными функциональными свойствами [14]. В данной работе проводили количественную оценку некоторых функциональных свойств белковых гидролизатов, полученных путем ферментативного гидролиза глиадина и глютенина под действием соответственно ферментных препаратов Protex40E и химотрипсина, которые согласно ранее проведенным исследованиям показали наиболее высокую эффективность при гидролизе данных белков.

Для изучения влияния продолжительности протеолиза на функциональные свойства проводили гидролиз вышеуказанных субстратов при активности ферментных

препаратов в среде 95 ед/л, которая также была установлена в ходе ранее проведенных исследований.

Результаты измерения ВУС для обоих субстратов в зависимости от продолжительности ферментолиза представлены на рис.1.

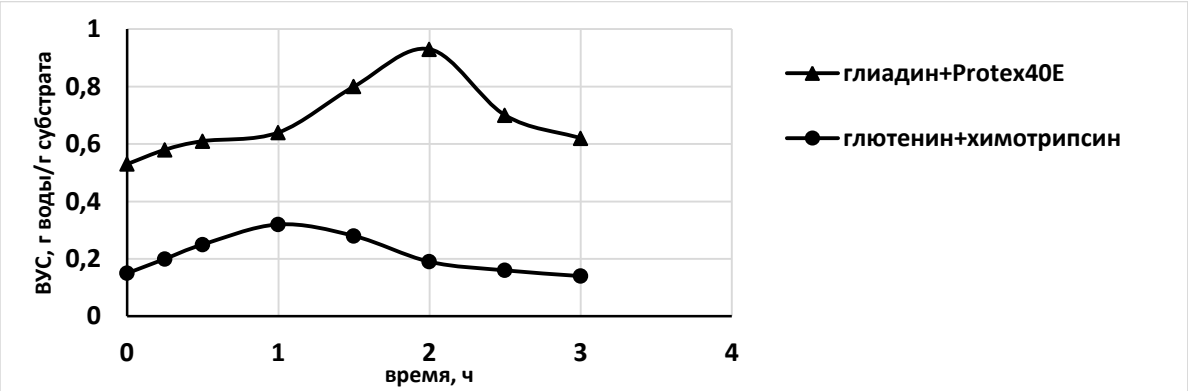


Рис. 1. Изменение ВУС в процессе ферментативного гидролиза глиадина и глютенина в зависимости от продолжительности гидролиза

Как видно из графиков, ВУС при увеличении продолжительности процесса сначала возрастает, а затем уменьшается. Это можно объяснить тем, что в начале процесса происходит гидролиз пептидных связей на поверхности субстрата, что приводит к увеличению площади соприкосновения молекул воды и белка. При длительном гидролизе белки расщепляются на все более короткие фрагменты, которые хорошо растворимы в воде и не способны удерживать влагу. Следует отметить, что для исследуемых белков и их ферментолизатов значения ВУС невысоки в сравнении с другими белками растительного и животного происхождения. Согласно проведенным исследованиям, для получения функциональных ингредиентов с максимальными значениями ВУС рекомендуется проводить гидролиз глиадина в течение 2 ч, а глютенина – в течение 1 ч.

Результаты изменения ЖУС в ходе гидролиза представлены на рис. 2., из которого следует, что ход кривых изменения ЖУС в зависимости от времени ферментолиза исследуемых пшеничных белков аналогичен соответствующим кривым изменения ВУС. Также можно отметить, что при проведении продолжительного гидролиза глиадина ЖУС его гидролизатов снижается на 10-12% в сравнении с ее максимальным значением, тогда как для глютенина аналогичная величина составляет около 45%. Гидролизаты глютенина обладают более низкой ЖУС в сравнении с гидролизатами глиадина. Таким образом, для сохранения высокой жироудерживающей способности время гидролиза глютенина не должно превышать 1,5 ч, а глиадина – 2 ч.

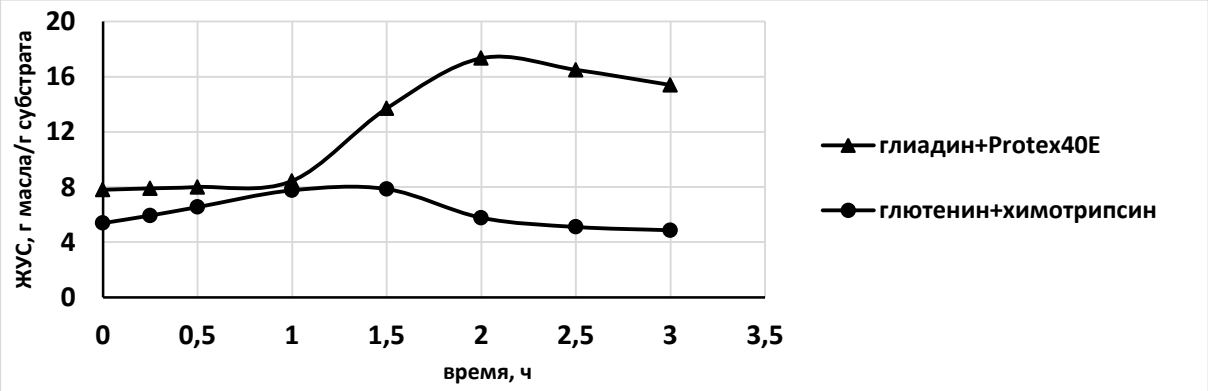


Рис. 2. Изменение ЖУС в процессе ферментативного гидролиза глиадина и глютенина в зависимости от продолжительности гидролиза.

При изучении влияния ограниченного протеолиза на ЭС пшеничных белков были получены результаты, представленные на рис. 3, из которого видно, что ЭС для обеих систем проходит через максимум. Это может быть обусловлено амфифильными свойствами белковых молекул, которые снижаются по мере увеличения времени гидролиза.

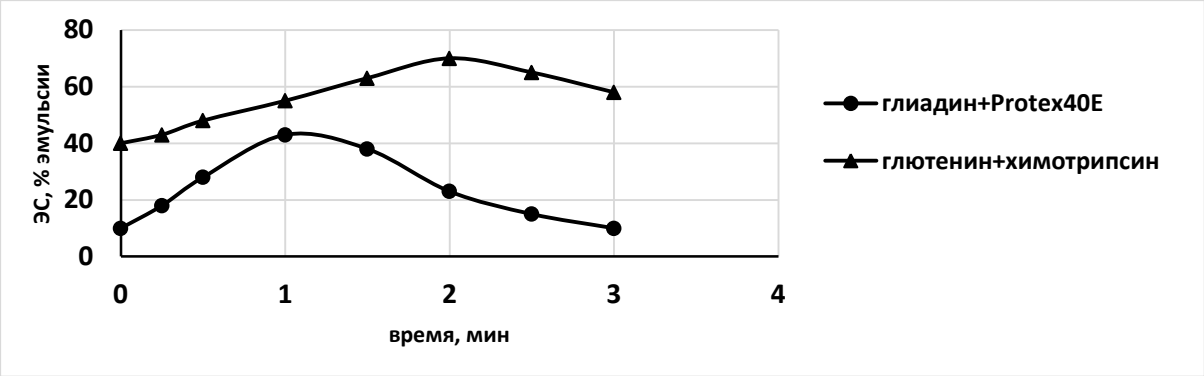
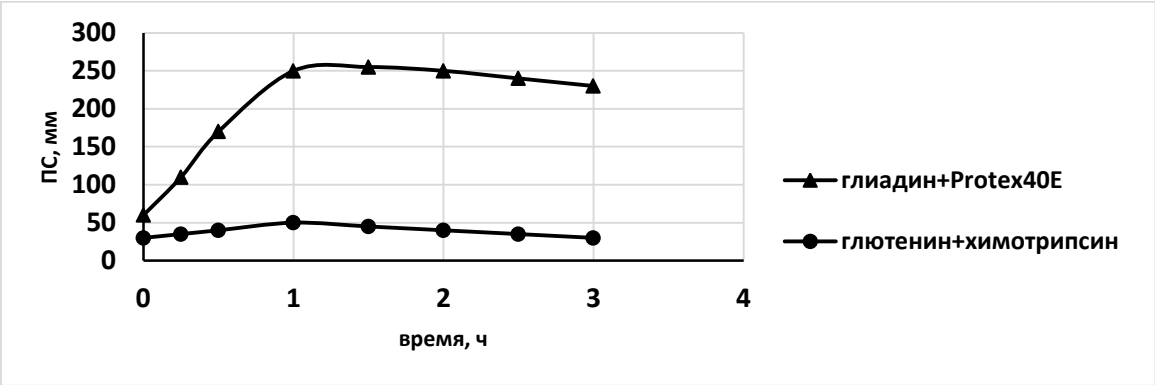


Рис. 3. Изменение ЭС в процессе ферментативного гидролиза глиадина и глютенина в зависимости от продолжительности гидролиза

ЭС гидролизатов глиадина в 1,75 раза превышает ЭС гидролизатов глютенина. Согласно проведенным исследованиям для того, чтобы добиться максимальной ЭС глиадина необходимо проводить протеолиз в течение не более 1 ч, а глютенина – 2 ч.

Гидролизаты фракций глютена могут быть хорошими пенообразователями, что подтверждают данные, полученные в ходе эксперимента (рис. 4).



В обоих случаях ПС гидролизатов, как глютенина, так и глиадина достигает максимума через 1 ч гидролиза, после чего наблюдается ее незначительное снижение. Большая ПС характерна для гидролизатов глиадина, что обусловлено более развитой площадью поверхности данного субстрата.

Максимальной пенообразующей способностью системы, содержащие глиадин и глютенин, достигают при продолжительности гидролиза 1 ч.

Таким образом, проведенные исследования позволяют рекомендовать наилучшие условия ферментативного гидролиза для получения ингредиентов функционального питания с заданными функциональными свойствами.

Выводы

1. Установлено, что максимальной пенообразующей способностью системы, содержащие глиадин и глютенин, достигают при продолжительности протеолиза 1 ч.
2. Для достижения максимальной эмульгирующей способности протеолиз глиадина необходимо проводить в течение 1 ч, а глютенина – 2 ч.

4. Для достижения максимальной водоудерживающей способности время протеолиза глиадина не должно превышать 2 ч, а глютенина – 1 ч.
5. Для достижения макимальной жироудерживающей способности время протеолиза глютенина не должно превышать 1,5 ч, а глиадина – 2 ч.

***

1. Garcia M. C., Puchalska P., Esteve C., Marina M. L.//Vegetable foods: A cheap sourse of proteins and peptides with antihypertensive, antioxidant, and other less occurrence bioactivities. Talanta. 2013. V.106. H.328-349.
2. Lei Sha, Youling L.Xiong. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. // Trends in Food Science & Technology. 2020. V.102. P. 51-61.
3. Vania G. Zuin, Mateus L.Segatto, Luize Z.Ramin. Plants as resources for organic molecules: Facing the green and sustainable future today. // Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. 2018. V.9. P. 1-7.
4. Jasthi B., Pettit J., Harnack L. Addition of gluten values to a food and nutrient database. // Journal of Food Composition and Analysis. 2020.V.85. P. 103330.
5. Ehsan Afshin, Mehran Kadkhodayan. An experimental investigation into the warm deep-drawing process on laminated sheets under various grain sizes. //Materials & Design. 2015. V.87. P. 25-35.
6. Elahe Abedi, Masha Majzoobi, Asgar Farahnaky, Kiana Pourmohammadi, Mohammad Reza Mahmoudi. Effect of ionic strength (NaCl and CaCl2) on functional, textural and electrophoretic properties of native and acetylated gluten, gliadin and glutenin. // International Journal of Biological Macromolecules. 2018. V.120 (B). P. 2035-2047.
7. Andreas Fetzer, Klaus Muller, Markus Schmid, Peter Eisner. Rapeseed proteins for technical applications: processing, isolation, modification and functional properties – a Review. // Industrial crops and products. 2020. V.158. P.112986.
8. Cui Du, Yongjian Cai, Tongxun Liu, Lihua Huang, Zhao Long, Mouming Zhao, Yuanhong Zhang, Qiangzhong Zhao. Physicochemical, interfacial and emulsifying properties of insoluble soy peptide aggregate: effect of omogenization and alkaline-treatment. // Food Hydrocolloids. 2020. V.109. P.106125.
9. Tassia B. Pessato, Francielli P.R. de Moralis, natalia C. de Carvalho, Anna Carolina M. Figuerial, Luis Gustavo R. Fernandes, Ricardo de L. Zollner, Flavia M. Nett. Protein structure modification and allergenic properties of whey proteins upon interaction with tea and coffee phenolic compounds. // Journal of Functional Foods. 2018. V.51. P.121-129.
10. Pritti Mudgil, Lina S. Omar Hina, Kamal Bhanu, Priya Kilari, Sajid Maqsood. Multifuctional bioactive properties and enzymatically hydrolysed quinoa and amaranth proteins. //LWT. 2019. V.110. P.207-213.
11. Zeynep Akin, Tulay Ozcan. Functional properties of fermented milk produced with plant proteins. //LWT. 2017. V.86. P. 25-30.
12. Yu Liu, Bernard P.Binks. Foams of vegetable oils containing long-chain triglycerides. // Journal of Colloid and Interface Science. 2020. V. 583. P. 522-534.
13. Jia-yi Zhou, Sai-wu Zhang, Hua-lin Lin, Chun-qi Gao, Xiu-qi Wang. Hydrolyzed wheat gluten alleviates deoxynivalenol-induced intestinal injury by promoting intestinal stem cell proliferation and differentiation via upregulation of Wnt/β-catenin signaling in mice. // Food and Chemical Toxicology. 2019. V.131, P.110579.

Для заметок

Scientific publication

Scientific achievements of the third millennium

The collection of scientific papers
of the materials XIII International scientific conference
"Scientific achievements of the third millennium"

Signed print 31.03.2021. Circulation 400 copies.
Format.60x84 1/16.
Paper, offset. Printing operative.
Printed by SIC "LJournal"
Editor Chief: Ivanov Vladislav