Международная Объединенная Академия Наук

НАУКА РОССИИ: ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Сборник научных трудов

**по материалам
XVIII международной научной конференции**

10 декабря 2019 г.

Часть 1

Екатеринбург 2019

УДК 001.1
ББК 60

Н34

Наука России: Цели и задачи. Сборник научных трудов по материалам XVIII международной научно-практической конференции 10 декабря 2019 г. Часть 1 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2019. - 84с.

SPLN 001-000001-0543-SR
DOI 10.18411/sr-10-12-2019-p1
IDSP sciencerussia-10-12-2019-p1

В сборнике научных трудов собраны материалы из различных областей научных знаний. В данном издании приведены все материалы, которые были присланы на XVIII международную научно-практическую конференцию **Наука России: Цели и задачи**

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в сборнике, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Электронная версия сборника доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: science-russia.ru

УДК 001.1
ББК 60

SPLN 001-000001-0543-SR

<http://science-russia.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	5
Герасимов Е.М. Будущее Арктики зависит от выбранных технических решений по освоению углеводородных месторождений арктического шельфа	5
Гернет М.В. Исследование возможности расширения ассортимента напитков брожения для пивоваренных заводов малой мощности	6
Загорский В.А., Деста А.Б. Сравнение результатов использования метода малых отклонений и уточненного метода малых отклонений при исследовании процесса сжатия воздуха в компрессоре авиационного ГТД.....	10
Загорский В.А., Деста А.Б. Повышение точности метода малых отклонений при анализе эксплуатационных характеристик авиационного ГТД.....	17
Андрианов А.В., Баталова Е.А., Зикий А.Н. Фильтр метрового диапазона волн	22
Курбанбаев Э.Р. О расчётных позициях воздушных судов при аэродромном диспетчерском обслуживании	26
Соловьева Е.А., Ким В.С. Современные подходы к подбору и расчету аэрационных систем для биологической очистки сточных вод.....	29
Соловьева Е.А., Тарасов Д.С. Мембранная технология в биологической очистке сточных вод.....	34
Шаламова О.А., Ядрошникова Г.Г., Самойлова Е.В., Юркова Е.О. Имитационное моделирование ремонтно-сервисного производства в среде AnyLogic	38
Arslanova F.G., Kamenev E.N. Odintsov E.E. Microplasma photoionization sensor CES as an advanced portable molecular analyzer	45
РАЗДЕЛ II. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	48
Суслова С.А., Мамедов Э.И., Калмыкова Е.Н. Алгоритм автоматизированного расчета степени замещения гидроксильных групп.....	48
Челебаев С. В., Фиалкина Н.А. Разработка функциональной модели информационной системы учебного центра дополнительного образования	52
Шлыков А.В. Программно-аппаратный комплекс для контроля микроклимата на основе IoT.....	55

РАЗДЕЛ III. МАТЕМАТИКА	60
Бекмурзаева Р.Х., Джандарова Л.Х. Устойчивое развитие и окружающая среда	60
РАЗДЕЛ IV. МЕДИЦИНА	64
Гасымзаде Г.Ш. Определение точной локализации места и глубины повреждения при острой черепно-мозговой травме.....	64
Каменева И.Ю., Дуянова О.П., Краснобаева Е.Н. Современные подходы к выбору терапии миомы матки	66
Краснобаева Е.Н., Дуянова О.П., Каменева И.Ю. Динамика количества родов, осложненных аномалиями сократительной деятельности в г.Орёл и Орловской области	69
Краснобаева Е.Н., Пантюхин Д.В., Мошкин А.С. Аномалии развития матки и аплазия почки в аспекте комплексного взаимодействия врачей акушеров-гинекологов и урологов	72
Eliseev Y.Y., Chernova O., Ivanova M. The conditions of the educational-production environment during the development of Hygienic assessment of working specialties by cadets of the Lyceum of river transport	78

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Герасимов Е.М.

Будущее Арктики зависит от выбранных технических решений по освоению углеводородных месторождений арктического шельфа

(Россия, Оренбург)

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-01

idsp: sciencerussia-10-12-2019-01

[Посвящается 9 съезду ассоциации полярников «Настоящее и Будущее Арктики»]

Какое будущее арктического побережья вдоль северного морского пути мы видим и как достичь такого благополучия? При реализации нашей концепции развития Арктики [1] все 20 существующих морских портов вдоль северного морского пути и военно-морские базы будут полностью обеспечены энергоресурсами, производимыми «по месту» заводами по переработки углеводородного сырья; все регионы побережья, включая вахтовые поселки, будут газифицированы и электрофицированы от ТЭЦ, работающих на попутном газе и входящих в состав технологического обслуживания локальных (кустовых) месторождений; избыток нефти и газового конденсата будет направляться по материковым продуктопроводам на продажу для погашения долгов добывающих компаний.

При этом сразу решаются три проблемы, сдерживающие сегодня развитие северных территорий:

а) решается проблема «северного завоза энергоресурсов», а будет избыток электроэнергии, бензина и дизтоплива, поставляемых для нужд любых отраслей близлежащих территорий;

б) недостаток бюджетного финансирования мероприятий по урбанизации северных территорий устраняется прибылью от разработки стратегических месторождений и выпадающих затрат на завоз энергоресурсов;

в) недостаток местных обученных кадров, способных технически развивать необжитые территории и осваивать стратегически важные месторождения полезных ископаемых решается привлечением специалистов как в «умные дома» северных городов, а также вахтовым способом.

Как мы предлагаем решить эти «внешне утопические» проблемы? Мы предлагаем каждую лицензированную территорию шельфового расположения разведанных месторождений углеводородного сырья обеспечить универсальной морской нефтегазовой платформой, электрообеспеченной атомным реактором типа КТЛ 40 С [2,3], с перекачкой скважинного флюида в трехфазной форме на береговую технологическую базу, производящую его промысловую и заводскую переработку [4], что гарантирует техническую урбанизацию близлежащих территорий. При этом подтоварные воды закачиваются в материковые поглощающие горизонты для био-геологической очистки и могут быть повторно использованы для технических нужд.

Расположение на универсальной платформе современной буровой установки позволяет вести горизонтальное или кустовое бурение при продолжающейся добыче сырья из разведанного продуктивного горизонта. В силу этого одна платформа может обеспечить длительную (15-20 лет) эксплуатацию месторождения.

Помимо изложенных выше прямых экономических выгод, предлагаемая нами «Концепция экологически безопасного и безаварийного освоения углеводородных месторождений арктического шельфа» [1] снижает экологическую нагрузку на природу Арктики не только за счет устранения выбросов дизелей и факельного хозяйства платформ, но и за счет резкого сокращения использования танкерного и ледокольного флотов. При использовании универсальной платформы нет необходимости в применении буровых, эксплуатационных, ремонтных и других судов, также наносящих ущерб экологии региона. Немаловажно отметить более низкую стоимость универсальной платформы относительно зарубежных аналогов (только добычных платформ, не считая буровых) и тот факт, что ее производство намечено с использованием возможностей исключительно отечественных предприятий, развивающих реальное производство.

Выводы:

1. Будущее Арктики зависит от выбранных технических решений по освоению углеводородных месторождений арктического шельфа, и оно зависит от решения Правительства РФ внедрять предлагаемую нами «Концепцию...» или пойти на поводу добывающих компаний в их стремлении получать максимальную прибыль от продажи за рубеж добываемой нефти, не тратя деньги на урбанизацию северных прибрежных территорий.

2. Будущее Арктики и её экологическая безопасность зависят от решения Правительства РФ выделить средства на проектирование и изготовление универсальной морской нефтегазовой платформы ледового типа.

1. Герасимов Е.М. Концепция экологически безопасного и безаварийного освоения углеводородных месторождений арктического шельфа. Международный научно-исследовательский журнал «Евразийский Союз Ученых» №8 (65), 2019, 2 часть, с. 17-19.
2. Герасимов Е.М. Полупогружная буровая платформа катамаранного типа. Патент РФ №2529098. Герасимов Е.М., Искуснов В.П., 30.07.2014., 5с.
3. Герасимов Е.М. Нагреватель трубопровода. Патент РФ №2525561, Герасимов Е.М., Искуснов В.П., 23.06.2014., 6 с.
4. Герасимов Е.М. Способ разработки углеводородных месторождений арктического шельфа и технические решения для реализации способа. Патент РФ №2529683, 06.08.2014, 11с.

Гернет М.В.

Исследование возможности расширения ассортимента напитков брожения для пивоваренных заводов малой мощности

*Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-02

idsp: sciencerussia-10-12-2019-02

Аннотация

Излагается актуальность технологии современного минипроизводства с целью увеличения ассортимента продукции и повышения ее конкурентоспособности. Рассмотрен вопрос о совместном производстве двух продуктов (пива и кваса) с использованием полупродуктов пивоваренного производства в качестве сырья для кваса с целью увеличения конкурентоспособности малых предприятий. Приведены данные о благоприятных предпосылках, возникающих у производителей к производству кваса, таких как низкая себестоимость сырья и короткий

производственный цикл по сравнению с технологией пива, что, наряду с высокими потребительскими предпочтениями населения, способствует расширению рынка слабоалкогольных напитков. Таким образом, оценены риски, возникающие у малых предприятий при совместном производстве пива и кваса. С целью снижения «узких» мест на предприятиях, выпускающих пиво, после детального изучения физико-химических показателей полупродуктов производства предложен прием и решена задача сокращения длительности фильтрации при производстве пива и использования промывных вод в технологии кваса. Способ позволяет повысить скорость процесса фильтрации с использованием многократной декантации сусла, что влияет на производительность варочного цеха.

Ключевые слова: квас, пиво, ККС, промывные воды, технология, показатели качества, микроорганизмы

Abstract

In order to increase the products range and increase its competitiveness the modern mini-production technology relevance is described. The issue of the joint production of two products (beer and kvass) using semi-products of brewing production as raw materials for kvass in order to increase the competitiveness of small enterprises is considered. The data on favorable prerequisites arising for manufacturers to produce kvass, such as low cost of raw materials and a short production cycle compared with beer technology, which, along with high consumer preferences of the population, contributes to the expansion of the market of low-alcohol drinks, are presented. Thus, the risks associated with small enterprises in the joint production of beer and kvass are estimated. In order to reduce the bottlenecks in beer-producing enterprises, after semi-finished products physicochemical parameters detailed study, a method was proposed and the problem of reducing the filtration time in beer production and the use of washing water in kvass technology was solved. The method allows to increase the filtration process speed through using multiple wort decantation, which affects the productivity of the brewing branch.

Key words: kvass, beer, KKW, washing water, technology, quality indicators, microorganisms

В настоящее время терминология, существующая в России и, соответственно, законодательная система, не делает различия (или отличия) между «мелким», «средним» и «крупным» производителем пивоваренной продукции.

Известно, что в Германии существуют градации пивоваренных заводов на крупные заводы (свыше 2 млн дал пива), средние (от 50 тыс до 2 млн дал) и малые пивоварни (менее 50 тыс дал).

В России пока такого нет, поэтому приходится искать способы, позволяющие заводам малой мощности существовать и развиваться. Одним из таких способов является расширение ассортимента напитков брожения.

На сегодняшний день по неполным данным в России вырабатывается около 60 млн дал кваса, но тем не менее интерес к производству этого напитка не ослабевает не только у отечественного, но и зарубежных производителей.

Известно, что терминами и определениями квас регламентируется как национальный напиток с объемной долей этилового спирта не более 1,2%, изготовленный методом незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения сусла из зернового или зернового и другого растительного сырья и (или) продуктов их переработки, сахара и других сахаросодержащих продуктов, без применения или с применением пищевых добавок, кроме подсластителей, консервантов, искусственных и идентичных натуральным

вкусоароматических веществ и ароматизаторов, синтетических и неорганических красителей [1].

Квас происходит от глагола «квасить», что на древнерусском языке означает «бродить». Для брожения можно использовать хлебопекарные дрожжи (прессованные), чистые культуры дрожжей и молочнокислых бактерий (в виде комбинированной закваски), чистые культуры пивных дрожжей, сушеные пивные дрожжи [2].

Таблица 1.

Физико-химические показатели кваса [1]

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля сухих веществ, % не менее	3,5
Кислотность, к.ед.	1,5-7,0
Объемная доля спирта, % не менее	1,2
Массовая доля двуокиси углерода, % не менее	0,30
Примечание – Показатель «массовая доля двуокиси углерода» нормирован для кваса, разлитого в бутылки (стеклянные и ПЭТФ) и алюминиевые банки	

Известно, что квас помимо того, что прекрасно утоляет жажду и одновременно вследствие кислого химического состава, является полезным, препятствует развитию болезнетворных бактерий.

Еще в конце XIX в Д.И.Менделеев писал: «Русские жители когда-нибудь позаботятся о таких способах производства кваса, которые обеспечивали бы не только разнообразие вкусов, но и питательность, сохраняемость и гигиеническое значение, которое присуще квасу».

Квас интересен производителю с экономической точки зрения по следующим причинам:

- себестоимость из ККС (концентрата квасного сусла) – 6-8 руб/л (с НДС)
- производственный цикл – 3 дня (пиво 20–60 дней)
- динамика роста составляет 20-30% в год – характерно для быстрорастущего рынка.

В связи с этим производство кваса привлекает таких производителей как Очаково, Балтика и др.

Технология производства кваса состоит из следующих основных блоков: водоподготовка; приготовление сусла; приготовление сахарного сиропа; приготовление разводки чистых культур дрожжей (и молочнокислых бактерий); брожение сусла; купажирование сброженного сусла; розлив кваса [3].

Целью нашего исследования было создание технологии в условиях мини-пивзавода пива и кваса на одном и том же оборудовании с максимальным использованием зернового сырья.

Известно, что не все предприятия малой мощности, производящие пиво, оснащены современным высокопродуктивным оборудованием, по сравнению с крупными заводами. Это приводит к тому, что технология (особенно процесс фильтрации) затягивается, что может сказаться на микробиологической обсемененности готовой продукции. В такой ситуации приходится искать пути компромисса использования оборудования, что и было сделано в наших исследованиях.

Также на небольших пивоваренных заводах для производства кваса организация отделения чистой культуры технологически и экономически вряд ли целесообразна.

Поэтому, наиболее предпочтительно использовать ту расу, которая применяется для брожения пива.

Известно, что концентрат квасного сусла (ККС) содержит меньше питательных веществ, необходимых для развития микроорганизмов, особенно молочнокислых

бактерий [4]. Это особенно относится к содержанию аминного азота, количество которого в 8 и более раз меньше, чем в пивном сусле [5].

Кроме того, пивное сусло значительно богаче микроэлементами и витаминами, чем сусло из ККС.

Как показали наши исследования, замена части ККС на пивное сусло приводит к интенсификации процесса: ускоряется сбраживание экстракта и кислотообразование.

В работе использовали расу дрожжей 34/70, часть квасного сусла заменяли на промывные воды от пивного производства в количестве от 10 до 50% в пересчете на сухие вещества исходного сусла. Использование промывных вод позволило в 1,5-2 раза сократить сроки брожения сусла, улучшить микробиологические показатели осадочных дрожжей, что дает возможность повторно использовать осадочные дрожжи. Наилучшие данные по физико-химическим параметрам получились с использованием 30% промывных вод, данные таблицы 2 [6].

Таблица 2.

Качественные показатели пивного сусла, используемого в технологии кваса после многократной (о) и однократной (к) декантации

Наименование	Пивное сусло	
	к	о
Концентрация первого сусла, % масс (после первой декантации)	18,5	18,5
Концентрация промывных вод, %мас.	4,8	7,8
Кислотность, к.ед.	2,12	1,91
Активная кислотность	5,66	5,39
Цветность, ц.ед.	0,50	0,52
Относительная вязкость	1,9290	1,5758
Содержание мальтозы, г/100 см ³	4,82	5,65
Аминный азот, мг/ см ³	39,06	46,48

В результате исследований на данную технологию был получен патент, который был внедрен на малом предприятии [7].

Таким образом, для расширения ассортимента напитков брожения для пивоваренных заводов малой мощности достаточно эффективно применять промывную воду (если это необходимо для данного предприятия) от пивоваренного производства в технологии производства кваса, что делает эту технологию привлекательной для одновременного выпуска пива и кваса на заводах малой мощности.

1. ГОСТ 31494-2012 «Квасы. Общие технические условия». - М.: «Стандартинформ», 2013. – 7с.
2. Исаева В.С., Иванова Т.В., Степанова Н.М. и др. Современные аспекты производства кваса (теория, исследование, практика). – М.: ООО МИЦ «Пиво и напитки XXI век», 2009. – 304с.
3. Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л., Гернет М.В. и др. Технология безалкогольных напитков. – СПб.: «ГИОРД», 2012. – 342с.
4. Ильяшенко Н.Г., Шабурова Л.Н. Микроорганизмы и окружающая среда. – М.: «ИНФРА-М», 2017. – 196с.
5. Иванова Л.А. Разработка и обоснование способов совершенствования биотехнологии и повышения качества светлого пива: диссертация на соиск. уч. степ. докт техн. наук. – М., 1999. – 546с.
6. Шпилко А.Г. Исследование основных процессов производства сусла и разработка рациональной технологии пива и кваса на заводах малой мощности: автореф. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – М., 2008. – 25с.
7. Гернет, М.В. Перспектива расширения ассортимента напитков брожения для пивоваренных заводов малой мощности // Пиво и напитки. - 2017. - №3. – стр. 14-17.

Загорский В.А., Деста А.Б.

Сравнение результатов использования метода малых отклонений и уточненного метода малых отклонений при исследовании процесса сжатия воздуха в компрессоре авиационного ГТД

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С.П. Королёва
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-03

idsp: sciencerussia-10-12-2019-03

Аннотация

В статье выполнена сравнительная оценка результатов использования метода малых отклонений и уточненного метода малых отклонений для исследования процесса сжатия воздуха в компрессоре авиационного ГТД. Показано, что метод малых отклонений позволяет учитывать разнонаправленное влияние различных факторов на эксплуатационные характеристики авиационного ГТД в процессе диагностики его технического состояния.

Ключевые слова: компрессор авиационного гтд, сжатия воздуха, методом малых отклонений

Abstract

The article provides a comparative evaluation of the results of using the small deviation method and the refined small deviation method to study the process of air compression in an aircraft gas turbine compressor. It is shown that the method of small deviations allows considering the multidirectional effect of various factors on the operational characteristics of an aircraft gas turbine engine in the process of diagnosing its technical condition.

Keywords: compressor of aviation gas turbine engine, air compression, the method of small deviations

При выборе параметров рабочего процесса авиационного ГТД в процессе его проектирования и доводки, а также при оценке изменений характеристик авиационного двигателя и его элементов в процессе эксплуатации удобно использовать метод малых отклонений. Известно, что метод малых отклонений основан на линеаризации исходных уравнений рабочего процесса авиационного ГТД [1]. На практике часто возникает вопрос о допустимых пределах использования метода малых отклонений с точки зрения возникающих при его использовании погрешностей. Исследования авторов показывают, что погрешность метода малых отклонений может быть существенно снижена при помощи его уточнения. Существенное повышение точности метода малых отклонений может быть получено путем замены первого полного дифференциала исследуемой функции на его среднее значение. Рассмотрим результаты такого уточнения на примере компрессора авиационного ГТД.

Удельную работу процесса сжатия воздуха в компрессоре ГТД можно определить из соотношения:

$$L_k = k/(k-1) \cdot L_k = k/(k-1) \cdot R_B \cdot T_B^* \cdot (\pi^* k^{(k-1)/k} - 1) / \eta_k,$$

где $k=1,4$ – показатель адиабатического процесса сжатия; $R_B = 287 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; – газовая постоянная воздуха; T_B^* – температура заторможенного потока воздуха на входе в компрессор, К; π_k^* – степень повышения полного давления воздуха в компрессоре; η_k^* – адиабатический КПД компрессора в параметрах заторможенного потока.

Подставим значения $k = 1,4$ и $R_B = 287 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ в уравнение работы сжатия:

$$L_k = 1004,5 \cdot T_B^* \cdot (\pi_k^{*0,286} - 1) / \eta_k^*$$

Данное выражение является степенной функцией вида $y = k \cdot x^n + l \cdot y^n + m \cdot z^n$.
 Работа сжатия является функцией трех переменных:

- температуры заторможенного потока воздуха на входе в компрессор T_B^* в первой степени;
- степени повышения полного давления воздуха в компрессоре π_k^* в степени 0,286;
- адиабатического КПД компрессора в параметрах заторможенного потока η_k^* в минус первой степени.

Определим, как изменяется приращение функции при изменении приращения ее аргументов, т.е. как влияет на работу компрессора:

- изменение температуры заторможенного потока воздуха на его входе T_B^* ;
- изменение степени повышения полного давления воздуха в компрессоре π_k^* ;
- изменение адиабатического КПД компрессора в параметрах заторможенного потока η_k^* .

Такие изменения постоянно происходят в процессе эксплуатации ГТД из-за изменения температуры наружного воздуха, ухудшения характеристик входного устройства, повышения шероховатости и эрозии лопаток, при возникновении царапин, забоин и вмятин на лопатках и их отгибов, при неправильной работе системы автоматического регулирования двигателя и по целому ряду иных причин. Поэтому важно уметь быстро и точно установить в эксплуатации диапазоны отклонений параметров компрессора от его номинальных значений и выяснить возможные причины этих отклонений.

В соответствии с методом малых отклонений изменение (приращение) функции Δy заменим ее полным дифференциалом dy .

$$\Delta y \approx dy$$

В данном случае полный дифференциал функции будет равен сумме ее дифференциалов по каждой переменной (суммой первых частных производных функции по каждой переменной, умноженных на приращения каждого из аргументов):

$$dy \approx f'(x) \cdot \Delta x + f'(z) \cdot \Delta z + f'(r) \cdot \Delta r$$

В случае процесса сжатия воздуха в компрессоре изменение его работы можно определить из выражения:

$$\Delta L_k \approx dL_k \approx dL_k / dT_B^* \cdot \Delta T_B^* + dL_k / d\pi_k^* \cdot \Delta \pi_k^* + dL_k / d\eta_k^* \cdot \Delta \eta_k^*$$

Для удобства расчетов составим таблицу, в которую выпишем все необходимые величины и соотношения для их определения (таблица 1).

Таблица 1.

Определяемые в расчете величины и соотношения для анализа процесса сжатия воздуха в компрессоре ГТД

Наименование величины	Соотношения для определения величин
Расчетное значение функции L_{k_0} при	$L_{k_0} = 1004,5 \cdot T_{B_0}^* (\pi_{k_0}^{*0,286} - 1) / \eta_{k_0}^*$

начальных значениях аргументов $T_B^* = T_{B_0}^*; \pi_k^* = \pi_{k_0}^*;$ $\eta_k^* = \eta_{k_0}^*$	
Первая частная производная функции L_K в точке $[T_{B_0}^*; \pi_{k_0}^*; \eta_{k_0}^*]$	$\delta L_k / \delta T_{B_0}^* = 1004,5 \cdot (\pi_{k_0}^{*0,286} - 1) / \eta_{k_0}^*$ $\delta L_k / \delta \pi_{k_0}^* = 1004,5 \cdot 0,286 \cdot T_{B_0}^* \cdot \pi_{k_0}^{*-0,714} / \eta_{k_0}^*$ $\delta L_k / \delta \eta_{k_0}^* = -1004,5 \cdot T_{B_0}^* \cdot (\pi_{k_0}^{*0,286} - 1) / \eta_{k_0}^{*2}$
Дифференциал функции L_{k_0} в точке $[T_{B_0}^*; \pi_{k_0}^*; \eta_{k_0}^*]$	$dL_{k_0} = \delta L_k / \delta T_{B_0}^* \cdot a \cdot T_{B_0}^* + \delta L_k / \delta \pi_{k_0}^* \cdot b \cdot \pi_{k_0}^* +$ $+ \delta L_k / \delta \eta_{k_0}^* \cdot c \cdot \eta_{k_0}^*$
Приращение аргументов	$\Delta T_B^* = a \cdot T_{B_0}^*; \Delta \pi_k^* = b \cdot \pi_{k_0}^*; \Delta \eta_k^* = c \cdot \eta_{k_0}^*$
Расчетное значение функции L_k после приращения аргументов в точке $[T_{B_0}^* + \Delta T_B^*; \pi_{k_0}^* + \Delta \pi_k^*; \eta_{k_0}^* + \Delta \eta_k^*]$	$L_k = 1004,5 \cdot T_{B_0}^* \cdot (1 + a) \cdot [\pi_{k_0}^{*0,286} \cdot (1 + b)^{0,286} - 1] / [\eta_{k_0}^* \cdot (1 + c)]$
Расчетное приращение функции L_k в точке $[T_{B_0}^* + \Delta T_B^*; \pi_{k_0}^* + \Delta \pi_k^*; \eta_{k_0}^* + \Delta \eta_k^*]$	$\Delta L_k = L_k - L_{k_0}$
Первые частные производные функции L_K в точке $[T_{B_0}^* + \Delta T_B^*; \pi_{k_0}^* + \Delta \pi_k^*; \eta_{k_0}^* + \Delta \eta_k^*]$ по всем переменным	$\delta L_k / \delta T_{B_0 + \Delta T}^* = 1004,5 \cdot (1 + a) \cdot (\pi_{k_0}^{*0,286} \cdot (1 + b)^{0,286} - 1) / [\eta_{k_0}^* \cdot (1 + c)]$ $\delta L_k / \delta \pi_{k_0 + \Delta \pi}^* = 1004,5 \cdot 0,286 \cdot T_{B_0}^* \cdot (1 + a) \cdot \pi_{k_0}^{*-0,714} \cdot (1 + b)^{0,286} / [\eta_{k_0}^* \cdot (1 + c)]$ $\delta L_k / \delta \eta_{k_0 + \Delta \eta}^* = -1004,5 \cdot T_{B_0}^* \cdot (1 + a) \cdot (\pi_{k_0}^{*0,286} \cdot (1 + b)^{0,286} - 1) / [\eta_{k_0}^{*2} \cdot (1 + c)]$
Дифференциал функции L_k в точке $[T_{B_0}^* + \Delta T_B^*; \pi_{k_0}^* + \Delta \pi_k^*; \eta_{k_0}^* + \Delta \eta_k^*]$	$dL_k = \delta L_k / \delta T_{B_0 + \Delta T}^* \cdot a \cdot T_{B_0}^* + \delta L_k / \delta \pi_{k_0 + \Delta \pi}^* \cdot b \cdot \pi_{k_0}^* + \delta L_k / \delta \eta_{k_0 + \Delta \eta}^* \cdot c \cdot \eta_{k_0}^*$
Средний дифференциал на интервале изменения функции L_k	$dL_{k_{cp}} = 0,5 \cdot (dL_{k_0} + dL_k)$
Абсолютная погрешность в определении приращения функции L_k по методу малых отклонений	$DdL_{k_0} = \Delta L_k + dL_{k_0}$
Наименование величины	Соотношения для определения величин

Абсолютная погрешность в определении приращения функции L_k по уточненному методу малых отклонений	$DdL_{k_{cp}} = \Delta L_k - dL_{k_{cp}}$
Относительная погрешность приращения функции L_k по методу малых отклонений	$DdL_{k_0} = DdL_{k_0} / L_{k_0}$
Относительная погрешность приращения функции L_k по уточненному методу малых отклонений	$DdL_{k_{cp}} = DdL_{k_{cp}} / L_{k_0}$

Рассмотрим изменение работы сжатия многоступенчатого осевого компрессора ТРДД ПС-90А. В качестве начальных значений примем $T_{B_0}^* = 288k$; $\pi_{k_0}^* = 35$; $\eta_{k_0}^* = 0,92$. Расчеты выполним для двух случаев:

Случай 1. Температура воздуха на входе в компрессор возросла на 10% относительно начального значения $T_{B_0}^*$. Система автоматического регулирования поддерживает приведенные обороты турбокомпрессора неизменными и выполняется условие $\pi_k^* = \pi_{k_0}^* = cons = 35$, КПД процесса сжатия также при этом не изменяется $\eta_k^* = \eta_{k_0}^* = cons = 0,92$.

Случай 2. Температура воздуха на входе в компрессор возросла на 10% относительно начального значения $T_{B_0}^*$. Система автоматического регулирования не поддерживает приведенные обороты турбокомпрессора неизменными. Произошло снижение π_k^* на 10% относительно начального значения $\pi_{k_0}^*$. Из-за износа лопаток или загрязнения проточной части КПД процесса сжатия η_k^* снизился на 5% относительно начального значения.

Случай 1. Определим изменение удельной работы сжатия компрессора ТРДД при условиях, что:

- коэффициент изменения температуры воздуха на входе в компрессор составил: $a = 0,1$
- коэффициент изменения степени повышения полного давления воздуха в компрессоре составил: $b = 0$;
- коэффициент изменения КПД процесса сжатия составил: $c = 0$.

При начальных значениях $T_{B_0}^* = 288k$; $\pi_{k_0}^* = 35$; $\eta_{k_0}^* = 0,92$ удельная работа сжатия компрессора составит:

$$L_{k_0} = 1004,5 \cdot T_{B_0}^* \cdot (\pi_{k_0}^{*0,286} - 1) / \eta_{k_0}^* = 554824,57 \text{ Дж/кг}$$

По условию данного случая изменение работы сжатия будет зависеть только от изменения температуры воздуха на входе в компрессор $T_{B_0}^*$. При прочих неизменных условиях это ведет к возрастанию работы сжатия прямо пропорционально увеличению

температуры T_B^* , т.к. полный дифференциал функции L_k будет равен ее дифференциалу по T_B^* . Изменение удельной работы сжатия компрессора будет равно ее дифференциалу по T_B^* :

$$\Delta L_k = \delta L_k / \delta T_{B_0}^* \cdot a \cdot T_{B_0}^* = 1004,5 \cdot a \cdot T_{B_0}^* \cdot (\pi_{k_0}^{*0,286} - 1) / \eta_{k_0}^* = a \cdot L_{k_0} = 55482,46 \text{ Дж/кг}$$

Относительная и абсолютная погрешности метода малых отклонений будет равна 0, поскольку в данном случае функция L_k линейно зависит от переменной $T_{B_0}^*$.

Удельная работа сжатия компрессора при увеличении температуры воздуха $T_{B_0}^*$ на его входе на 10% составит:

$$L_{k_0} = L_k + \Delta L_k = L_{k_0} + a \cdot L_{k_0} = (1 + a) \cdot L_{k_0} = 560373,03 \text{ Дж/кг}$$

Случай 2. Определим изменение работы сжатия компрессора ТРДД и погрешности метода малых отклонений при условиях, что:

- коэффициент изменения температуры воздуха на входе в компрессор составил: $a = 0,1$
- коэффициент изменения степени повышения полного давления воздуха в компрессоре составил: $b = -0,1$;
- коэффициент изменения КПД процесса сжатия составил: $c = -0,05$.

Результаты расчетов для удобства сведем в таблицу 2.

Таблица 2.

Расчет характеристик компрессора ТРДД для случая 2 $a = 0,1; b = -0,1; c = -0,05$

Наименование величины	Результаты расчетов
Расчетное значение функции L_{k_0} при начальных значениях аргументов $T_B^* = T_{B_0}^*; \pi_k^* = \pi_{k_0}^*; \eta_k^* = \eta_{k_0}^*$	$L_{k_0} = 1004,5 \cdot T_{B_0}^* \cdot (\pi_{k_0}^{*0,286} - 1) / \eta_{k_0}^* = 554824,57 \text{ Дж/кг}$
Первая частная производная функции L_k в точке $[T_{B_0}^*; \pi_{k_0}^*; \eta_{k_0}^*]$	$\delta L_k / \delta T_{B_0}^* = 1004,5 \cdot (\pi_{k_0}^{*0,286} - 1) / \eta_{k_0}^{*2} = 1926,47 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K)}$ $\delta L_k / \delta \pi_{k_0}^* = 1004,5 \cdot 0,286 \cdot T_{B_0}^* \cdot \pi_{k_0}^{*-0,714} / \eta_{k_0}^* = 7103,23 \text{ Дж/кг}$ $\delta L_k / \delta \eta_{k_0}^* = -1004,5 \cdot T_{B_0}^* \cdot (\pi_{k_0}^{*0,286} - 1) / \eta_{k_0}^{*2} = -633070,19 \text{ Дж/кг}$
Приращение аргументов	$\Delta T_B^* = 0,1 \cdot T_{B_0}^* = 28,8 \text{ К};$ $\Delta \pi_k^* = 0,1 \cdot \pi_{k_0}^* = 3,5; \Delta \eta_k^* = 0,05 \cdot \eta_{k_0}^* = 0,046$
Дифференциал функции L_{k_0} в точке $[T_{B_0}^*; \pi_{k_0}^*; \eta_{k_0}^*]$	$dL_{k_0} = \delta L_k / \delta T_{B_0}^* \cdot 28,8 + \delta L_k / \delta \pi_{k_0}^* \cdot 3,5 + \delta L_k / \delta \eta_{k_0}^* \cdot 0,046 =$ $= 55482,46 + 24861,31 - 27741,23 = 52602,54 \text{ Дж/кг}$
Расчетное значение функции L_k после приращения аргументов в точке $[T_{B_0}^* + \Delta T_B^*; \pi_{k_0}^* + \Delta \pi_k^*; \eta_{k_0}^* + \Delta \eta_k^*]$	$L_k = 1004,5 + T_{B_0}^* \cdot (1,1) \cdot [\pi_{k_0}^{*0,286} \cdot (0,90)^{0,286} - 1] / [\eta_{k_0}^* \cdot 0,95] =$ $= 612554,61 \text{ Дж/кг}$

Значение функции L_k после приращения аргументов в точке $[T_{B_0}^* + \Delta T_B^*; \pi_{k_0}^* + \Delta \pi_k^*; \eta_{k_0}^* + \Delta \eta_k^*]$ по методу малых отклонений	$L_k = L_{k_0} = dL_{k_0} = 554824,57 + 52602,54 = 607427,11 \text{ Дж/кг}$
Расчетное приращение функции L_k в точке $[T_{B_0}^* + \Delta T_B^*; \pi_{k_0}^* + \Delta \pi_k^*; \eta_{k_0}^* + \Delta \eta_k^*]$	$\Delta L_{k_0} = L_k - L_{k_0} = 57730,04 \text{ Дж/кг}$
Абсолютная погрешность в определении приращения функции L_k по методу малых отклонений	$DdL_{k_0} = \Delta L_{k_0} - dL_{k_0} = 5127,5 \text{ Дж/кг}$
Относительная погрешность определения приращения функции L_k по методу малых отклонений	$DdL_{k_0} = DdL_{k_0} / L_{k_0} = 0,92\%$
Первые частные производные функции L_k в точке $[T_{B_0}^* + \Delta T_B^*; \pi_{k_0}^* + \Delta \pi_k^*; \eta_{k_0}^* + \Delta \eta_k^*]$ по всем переменным	$\delta L_k / \delta T_{B_0+\Delta T}^* = 1004,5 \cdot (1,1) \cdot (\pi_{k_0}^{*0,286} \cdot (0,9)^{0,286} - 1) / [\eta_{k_0}^* \cdot (0,95)] =$ $= 2126,93 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K)};$ $\delta L_k / \delta \pi_{k_0+\Delta \pi}^* = 1004,5 \cdot 0,286 \cdot T_{B_0}^* \cdot (1,1) \cdot (\pi_{k_0}^{*-0,714} \cdot (0,9)^{0,286} - 1) / [\eta_{k_0}^* \cdot (0,95)] =$ $= 7980,68 \text{ Дж/кг};$ $\delta L_k / \delta \eta_{k_0+\Delta \eta}^* = -1004,5 \cdot T_{B_0}^* \cdot (1,1) \cdot (\pi_{k_0}^{*0,286} \cdot (0,9)^{0,286} - 1) / [\eta_{k_0}^{*2} \cdot (0,95)] =$ $= -665820,23 \text{ Дж/кг};$
Дифференциал функции L_k в точке $[T_{B_0}^* + \Delta T_B^*; \pi_{k_0}^* + \Delta \pi_k^*; \eta_{k_0}^* + \Delta \eta_k^*]$	$dL_k = \delta L_k / \delta T_{B_0+\Delta T}^* \cdot a \cdot T_{B_0}^* + \delta L_k / \delta \pi_{k_0+\Delta \pi}^* \cdot b \cdot \pi_{k_0}^* + \delta L_k / \delta \eta_{k_0+\Delta \eta}^* \cdot c \cdot \eta_{k_0}^* =$ $= 61255,58 + 27932,38 - 30627,73 = 58560,23 \text{ Дж/кг}$
Средний дифференциал на интервале изменения функции L_k	$dL_{k_{cp}} = 0,5(dL_{k_0} + dL_k) = 55581,39 \text{ Дж/кг}$
Абсолютная погрешность в определении приращения функции L_k по уточненному методу малых отклонений	$DdL_{k_{cp}} = \Delta dL_k - dL_{k_{cp}} = 2148,65 \text{ Дж/кг}$
Относительная погрешность приращения функции L_k по уточненному методу малых отклонений	$DdL_{k_{cp}} = DdL_{k_{cp}} / L_{k_0} = 0,39\%$

Результаты расчетов показывают, что во втором случае также, как и в первом произошло увеличение удельной работы сжатия воздуха в компрессоре. При этом разнонаправленное изменение аргументов функции L_k по-разному влияло на величину работы сжатия. Повышение температуры воздуха на входе в компрессор T_k^* привело к увеличению удельной работы сжатия L_k . Снижение степени повышения полного давления воздуха в компрессоре π_k^* привело к уменьшению удельной работы сжатия

L_k . Снижение КПД процесса сжатия привело к увеличению удельной работы сжатия L_k .

Метод малых отклонений позволяет наглядно определять вклад изменения каждой переменной в результирующее изменение функции. Для этого необходимо проанализировать величины дифференциалов функции по каждой переменной. В данном случае сравнение величин дифференциалов функции L_k показывает, что на изменение удельной работы сжатия наибольшее влияние оказывает изменение температуры воздуха на входе в компрессор. Следующим по степени влияния на работу сжатия фактором является изменение КПД процесса сжатия. Изменение степени повышения полного давления воздуха в компрессоре влияет на работу сжатия несколько меньше, чем КПД процесса сжатия.

Анализ погрешностей метода малых отклонений в случае изменения всех трех переменных показывает, что функция L_k линейно зависит от температуры на входе в компрессор и КПД процесса сжатия, следовательно, изменения этих величин не ведут к увеличению погрешностей метода малых отклонений. Функция L_k нелинейно зависит от изменения π_k^* и поэтому при отклонении этой величины от начального значения в расчетах по методу малых отклонений возникают погрешности.

По результатам анализа процесса сжатия воздуха в компрессоре ГТД методом малых отклонений можно сделать следующие выводы:

1. Величина удельной работа сжатия воздуха в компрессоре зависит от трех переменных величин – от температуры воздуха на входе в компрессор, от степени повышения полного давления воздуха в компрессоре и от КПД процесса сжатия. Наибольшее влияние на работу сжатия оказывает температура воздуха на входе в компрессор. Для уменьшения ее влияния следует поддерживать приведенную частоту вращения роторов компрессора.
2. При уменьшении КПД процесса сжатия работа сжатия возрастает, а при уменьшении степени повышения полного давления воздуха в компрессоре работа сжатия уменьшается. Для учета разнонаправленного влияния этих факторов на эксплуатационные характеристики ГТД в процессе диагностики его технического состояния удобно применять метод малых отклонений, позволяющий определить влияние каждой переменной на изменение работы сжатия компрессора.
3. К недостатку метода малых отклонений следует отнести его погрешности в случае нелинейности исследуемой функции. Уточнение метода малых отклонений может быть выполнено путем замены дифференциала функции удельной работы сжатия L_k в начальной точке на средний дифференциал на интервале изменения функции L_k . В рассматриваемом случае такое уточнение позволило снизить погрешности метода малых отклонений в 2,36 раза.

1. Черкез А.Я. Инженерные расчеты газотурбинных двигателей методом малых отклонений: издание третье, переработанное и дополненное. – М.: Машиностроение, 1975. – 380 с.
2. В.Л. Химич, В. И. Барышников, Ю.П. Чернигин, Расчет характеристик газотурбинных, двигателей в условиях загрязненного воздуха, методом малых отклонений//: учеб. Пособие, – 2-е изд., перераб. – Нижний Новгород, 2013. –80 с
3. А.М. Антонова, А.В. Воробьев, А.С. Матвеев, А.С. Орлов, Использование метода малых отклонений для анализа эффективности тринарных парогазовых установок, Известия Томского политехнического университета. Теплоэнергетика. - 2013. - Т. 323. № 4. – С.47-51.

Загорский В.А., Деста А.Б.**Повышение точности метода малых отклонений при анализе эксплуатационных характеристик авиационного ГТД***Самарский национальный исследовательский университет имени академика**С.П. Королёва
(Россия, Самара)**doi: 10.18411/sr-10-12-2019-04**idsp: sciencerussia-10-12-2019-04***Аннотация**

Предложена методика повышения точности анализа эксплуатационных характеристик авиационного ГТД методом малых отклонений. Обоснована актуальность использования метода малых отклонений для повышения точности метода малых отклонений следует определять средний дифференциал функции. Выполнена сравнительная оценка величин погрешностей приращения степенной функции при использовании метода малых отклонений и уточненного метода малых отклонений.

Ключевые слова: газотурбинные двигатели, абсолютная погрешность, относительных погрешностей, средний дифференциал, методом малых отклонений

Abstract

We offered the technique for improving the accuracy analysis of gas turbine engines operational performance characteristics by the method of small deviations. The relevance of using the method of small deviations to improve the accuracy of the method of small deviations should be determined by the average differential of the function. The comparative evaluation of the increment of the inaccuracy of the power function when using the method of small deviations and refined the method of small deviations is performed.

Keywords: gas-turbine engines, absolute inaccuracy, relative inaccuracy, average differential, the method of small deviations

В настоящее время, наряду со сложными методами расчетов характеристик процессов, протекающих в авиационных ГТД и их элементах в ряде случаев используются и упрощенные инженерные расчеты по методу малых отклонений [1, 2]. Метод малых отклонений удобно использовать при проектировании и доводке авиационного ГТД, а также для анализа изменений его характеристик в процессе эксплуатации. Как известно [1] метод малых отклонений основан на линеаризации уравнений, описывающих рабочий процесс в авиационном ГТД и его элементах. В этой связи возникает закономерный вопрос о возможных пределах использования метода малых отклонений в рамках которых он дает удовлетворительную точность. Проведенные авторами исследования показали, что для получения достаточной точности решения, при которой относительная погрешность метода малых отклонений не превышает 3%, в случае степенного уравнения пятого порядка в качестве предельной величины малых отклонений приращений аргументов следует принимать величину не более 5% от их нормативного значения. При приращении величин аргументов на 10% результаты метода малых отклонений являются достоверными при степени расчетных уравнений до 2.

В целях расширения возможностей применения метода малых отклонений для решения задач исследования процессов в ГТД и их элементах требуется уточнить метод малых отклонений.

Рассмотрим функциональную зависимость $y = f(x)$, приведенную на рисунке 1. Данная зависимость имеет вид степенной функции с порядком n и описывается уравнением $y = k \cdot x^n$ (рисунок 1). Дополнительно к касательной к кривой в точке с координатами $[x_0; y_0]$ (рисунок 1) проведем касательную к кривой в точке с координатами $[x_{0+\Delta x}; y_{x_0+\Delta x}]$ (рисунок 1).

Рисунок 1 - Графическое определение величины изменения функции $\Delta y = f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)$ и ее дифференциала $dy = f'(x) \cdot \Delta x$ при изменении аргумента x на величину $\Delta x = a \cdot x_0$

Первая производная функции $y = k \cdot x^n$ определяется как $y' = f'(x) = k \cdot n \cdot x^{n-1}$. Сравним значения первых производных в точках с координатами $[x_0; y_0]$ и $[x_{0+\Delta x}; y_{x_0+\Delta x}]$:

- точка с координатами $[x_0; y_0]$, первая производная $y'_0 = f'(x_0) = k \cdot n \cdot x_0^{n-1}$;
- точка с координатами $[x_{0+\Delta x}; y_{x_0+\Delta x}]$, первая производная $y'_{x_0+\Delta x} = f'(x_{0+\Delta x}) = k \cdot n \cdot x_{0+\Delta x}^{n-1}$

Из сравнения соотношений $y'_0 = k \cdot n \cdot x_0^{n-1}$ и $y'_{x_0+\Delta x} = k \cdot n \cdot x_{0+\Delta x}^{n-1}$ видно, что второе соотношение больше, поскольку величина аргумента $x_{0+\Delta x}$ больше чем величина аргумент x_0 .

Геометрическое построение, выполненное на рисунке 1 показывает, что отрезок, отложенный вдоль оси y и соответствующий величине дифференциала функции в точке $[x_{0+\Delta x}; y_{x_0+\Delta x}]$ $dy_{x_0+\Delta x} = f'(x_{0+\Delta x}) \cdot \Delta x = k \cdot n \cdot x_{0+\Delta x}^{n-1} \cdot \Delta x$ больше чем отрезок, соответствующий величине дифференциала функции в точке $[x_0; y_{x_0}]$ $dy_{x_0} = f'(x_0) \cdot \Delta x = k \cdot n \cdot x_0^{n-1} \cdot \Delta x$ и больше, чем отрезок, соответствующий

величине приращения функции $\Delta y = y_{x_0+\Delta x} - y_0 = k \cdot x_0^n \cdot [(1+a)^n - 1]$. При этом разности величин $\Delta y - dy_{x_0}$ и $dy_{x_0+\Delta x} - \Delta y$ приблизительно равны между собой.

Следствием примерного равенства разности приращения функции и ее дифференциала в начальной точке с координатами $[x_0; y_{x_0}]$ и разности между дифференциалом функции и ее приращением в точке с координатами $[x_{0+\Delta x}; y_{x_0+\Delta x}]$, т.е. до и после изменения аргумента на величину Δx является возможность повышения точности метода малых отклонений.

Для повышения точности метода малых отклонений следует определять дифференциал функции не в начальной точке $[x_0; y_{x_0}]$, а брать среднее значение дифференциала функции в начальной точке $[x_0; y_{x_0}]$ и после приращения аргумента на величину Δx в точке $[x_{0+\Delta x}; y_{x_0+\Delta x}]$. Таким образом в расчетах метода малых отклонений величину приращения функции Δy следует определять не из выражения:

$$\Delta y \approx dy_{x_0} = f'(x_0) \cdot \Delta x = k \cdot n \cdot x_0^{n-1} \cdot \Delta x = k \cdot a \cdot n \cdot x_0^n,$$

а из выражения:

$$\Delta y \approx dy_{cp} = 0,5 \cdot (dy_{x_0} + dy_{x_0+\Delta x}) = 0,5 \cdot k \cdot a \cdot n \cdot x_0^n \cdot [1 + (1+a)^{n-1}].$$

Для проверки этого положения определим величины погрешностей малого отклонения (изменения) функции Δy при изменении аргумента Δx на примерах степенных функциональных зависимостей вида $y = x^n$. Для удобства расчетов составим таблицу, в которую выпишем все необходимые величины и соотношения для их определения (таблица 1).

Таблица 1.

Определяемые в расчете величины и соотношения для анализа относительных погрешностей уточненного метода малых отклонений

Наименование величины	Соотношения для определения величин
Значение функции при $x = x_0$	$y_0 = k \cdot x_0^n$
Первая производная в точке $[x_0; y_0]$	$y'_0 = f'(x_0) = k \cdot n \cdot x_0^{n-1}$
Приращение аргумента	$\Delta x = a \cdot x_0$
Значение функции при $x = x_0 + \Delta x$	$y_{x_0+\Delta x} = k \cdot x_0^n \cdot (1+a)^n$
Приращение функции в точке $x = x_0 + \Delta x$	$\Delta y = y_{x_0+\Delta x} - y_0 = k \cdot x_0^n \cdot [(1+a)^n - 1]$
Дифференциал функции в точке $[x_0; y_0]$	$dy_{x_0} = f'(x) \cdot \Delta x = k \cdot n \cdot x_0^{n-1} \cdot a \cdot x_0 = k \cdot a \cdot n \cdot x_0^n$
Наименование величины	Соотношения для определения величин
Дифференциал функции в точке $[x_{0+\Delta x}; y_{x_0+\Delta x}]$	$dy_{x_0+\Delta x} = f'(x_{0+\Delta x}) \cdot \Delta x = k \cdot a \cdot n \cdot x_{0+\Delta x}^{n-1} \cdot x_0 = k \cdot a \cdot n \cdot x_0^n \cdot (1+a)^{n-1}$
Средний дифференциал функции	$dy_{cp} = 0,5 \cdot (dy_{x_0} + dy_{x_0+\Delta x}) = 0,5 \cdot k \cdot a \cdot n \cdot x_0^n \cdot [1 + (1+a)^{n-1}]$

Абсолютная погрешность в определении приращения функции	$dy_{cp} = \Delta y - dy_{cp} =$ $= k \cdot x_0^n \left[(1+a)^n - 1 - 0,5 \cdot a \cdot n \cdot (1+(1+a)^{n-1}) \right]$
Относительная погрешность приращения функции	$Ddy_{cp} = Ddy_{cp} / y_0 = \left[(1+a)^n - 1 - 0,5 \cdot a \cdot n \cdot (1+(1+a)^{n-1}) \right]$

Рассмотрим случай, когда приращение величины аргумента составило от 5% до 40%, т.е. $\Delta x = a \cdot x_0 = 0,05 \cdot x_0 \dots 0,4 \cdot x_0$. Поскольку в расчетных соотношениях, описывающих рабочие процессы в ГТД и его элементах практически не используются зависимости вида $y = k \cdot x^n$ выше пятого порядка выполним вычисления относительных погрешностей метода малого отклонения для $n = 1 \dots 5$. Результаты расчетов запишем в таблицу 2.

Таблица 2.

Результаты расчетов относительных погрешностей уточненного метода малых отклонений для $n = 1 \dots 5$

Наименование величины	Приращение величины аргумента 5% , т.е. $\Delta x = a \cdot x_0 = 0,05 \cdot x_0$.				
	Показатель степени уравнения n				
	1	2	3	4	5
Относительная погрешность приращения функции по методу малых отклонений, %	0	0,25	0,76	1,55	2,63
Относительная погрешность приращения функции по уточненному методу малых отклонений, %	0	0	0,00625	0,02563	0,06567
Наименование величины	Приращение величины аргумента 10% , т.е. $\Delta x = a \cdot x_0 = 0,1 \cdot x_0$				
	Показатель степени уравнения n				
	1	2	3	4	5
Относительная погрешность приращения функции по методу малых отклонений, %	0	1	3,10	6,41	11,05
Относительная погрешность приращения функции по уточненному методу малых отклонений, %	0	0	0,05	0,21	0,55
Наименование величины	Приращение величины аргумента 15% , т.е. $\Delta x = a \cdot x_0 = 0,15 \cdot x_0$				
	Показатель степени уравнения n				
	1	2	3	4	5
Относительная погрешность приращения функции по методу малых отклонений, %	0	2,25	7,09	14,90	26,14
Относительная погрешность приращения функции по уточненному методу малых отклонений, %	0	0	0,17	0,73	1,95
Наименование величины	Приращение величины аргумента 20% , т.е. $\Delta x = a \cdot x_0 = 0,2 \cdot x_0$				
	Показатель степени уравнения n				
	1	2	3	4	5
Относительная погрешность приращения функции по методу малых отклонений, %	0	4,00	12,80	27,36	48,83
Относительная погрешность	0	0	0,4	1,76	4,85

приращения функции по уточненному методу малых отклонений, %					
Наименование величины	Приращение величины аргумента 25% , т.е. $\Delta x = a \cdot x_0 = 0,25 \cdot x_0$				
	Показатель степени уравнения n				
	1	2	3	4	5
Относительная погрешность приращения функции по методу малых отклонений, %	0	6,25	20,31	44,14	80,18
Относительная погрешность приращения функции по уточненному методу малых отклонений, %	0	0	0,78	3,51	9,99
Наименование величины	Приращение величины аргумента 30% , т.е. $\Delta x = a \cdot x_0 = 0,3 \cdot x_0$				
	Показатель степени уравнения n				
	1	2	3	4	5
Относительная погрешность приращения функции по методу малых отклонений, %	0	9,00	29,70	65,61	121,29
Относительная погрешность приращения функции по уточненному методу малых отклонений, %	0	0	1,35	6,21	17,91
Наименование величины	Приращение величины аргумента 35% , т.е. $\Delta x = a \cdot x_0 = 0,35 \cdot x_0$				
	Показатель степени уравнения n				
	1	2	3	4	5
Относительная погрешность приращения функции по методу малых отклонений, %	0	12,25	41,04	92,15	173,4
Относительная погрешность приращения функции по уточненному методу малых отклонений, %	0	0	2,14	10,08	29,73
Наименование величины	Приращение величины аргумента 40% , т.е. $\Delta x = a \cdot x_0 = 0,40 \cdot x_0$				
	Показатель степени уравнения n				
	1	2	3	4	5
Относительная погрешность приращения функции по методу малых отклонений, %	0	16,00	54,4	124,16	237,82
Относительная погрешность приращения функции по уточненному методу малых отклонений, %	0	0	3,2	15,36	46,34

Примечание. Жирным шрифтом для удобства сравнения в таблице выделены относительные погрешности, величины которых превышают допустимое значение в 3%.

Сравнение результатов расчета относительных погрешностей по методу малых отклонений и по уточненному методу малых отклонений позволяет сделать следующие выводы:

1. При приращении величин аргументов на 10% результаты метода малых отклонений являются достоверными при степени расчетных уравнений до $n = 2$. При увеличении степени расчетных уравнений до 3-й и выше или при приращении величин аргументов на 15% и более

относительная погрешность метода малых отклонений превышает допустимое значение в 3%.

2. Уточненный метод малых отклонений при степени расчетных уравнений до $n = 5$ имеет относительную погрешность менее 3% при приращении аргументов на величину до 15%.
3. Уточненный метод малых отклонений при степени расчетных уравнений до $n = 4$ имеет относительную погрешность менее 3% при приращении аргументов на величину до 20%.
4. Уточненный метод малых отклонений при степени расчетных уравнений до $n = 2$ не имеет относительной погрешности при любых приращениях аргументов.

1. Черкез А.Я. Инженерные расчеты газотурбинных двигателей методом малых отклонений: издание третье, переработанное и дополненное. – М.: Машиностроение, 1975. – 380 с.
2. А.М. Антонова, А.В. Воробьев, А.С. Матвеев, А.С. Орлов, Использование метода малых отклонений для анализа эффективности тринарных парогазовых установок// Известия Томского политехнического университета. Теплоэнергетика. - 2013. - Т. 323. № 4. – С.47-51.
3. В.Л. Химич, В. И. Барышников, Ю.П. Чернигин, Расчет характеристик газотурбинных, двигателей в условиях загрязненного воздуха, методом малых отклонений// учеб. пособие – 2-е изд., перераб. – Нижний Новгород, 2013. –80 с

Андрианов А.В., Баталова Е.А., Зикий А.Н.
Фильтр метрового диапазона волн

АО "ТНИИС"
Южный Федеральный Университет
(Россия, Таганрог)

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-05

idsp: sciencerrussia-10-12-2019-05

Аннотация

Проведено моделирование и экспериментальное исследование фильтра метрового диапазона волн. Моделирование проводилось в пакете прикладных программ Microsoft Office. Получены амплитудно-частотные характеристики в ближней и дальней зонах. Фильтр метрового диапазона волн может быть использован в радиосвязи, радиовещании и телевидении.

Ключевые слова: фильтр метрового диапазона волн, амплитудно-частотная характеристика, ближняя зона, дальняя зона.

Введение

Метровый диапазон волн широко используется в радиосвязи, радиовещании и телевидении [1]. Фильтры метрового диапазона находят применение в тракте промежуточной частоты спутникового вещания, спутниковой связи и навигации, радиорелейных и радиолокационных приёмников [1-4], поэтому их исследование является актуальным. Фильтрам метрового диапазона волн посвящено значительное число работ, в том числе монографии [1-4], статьи [5,6].

Объектом исследования в данной работе является двухконтурный LC-фильтр с ёмкостной связью. Целью работы является разработка и исследование амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) фильтра в ближней и дальней зонах.

К фильтру предъявляются следующие требования:

- Центральная частота 165 МГц;

- Ширина полосы пропускания по уровню минус 3 дБ от максимума 12 МГц;
- Полоса заграждения от 190 МГц до 500 МГц;
- Потери в полосе заграждения не менее 20дБ.
- Потери в полосе пропускания не более 5дБ.
- Сопротивление входа и нагрузки 50 Ом.

Фильтр рассчитан по методике из книги [3].

Схема и конструкция

Рисунок 1 – Принципиальная схема фильтра

На рисунке 1 представлена схема фильтра, состоящего из двух параллельных контуров и связи через конденсатор С3. Для настройки фильтра служат подстроечные конденсаторы С1, С3, С4. Фото фильтра со снятой крышкой можно видеть на рисунке 2.

Рисунок 2 – Фото фильтра со снятой крышкой

Фильтр представляет собой корпус чашечного типа, внутри которого закреплена печатная плата из стеклотекстолита размером $35 \times 45 \times 1,5$ мм. Применены бескаркасные катушки индуктивности L1, L2, намотанные проводом ММ-1,0 на оправке диаметром 7 мм. Катушки содержат по 4 витка, намотанных с шагом на длине 7 мм. Конденсаторы C2 и C5- типа КТ4-23, К10-17А. Конденсаторы C1 и C4- типа КТ4-23. Конденсатор C3- типа КТ4-24.

Моделирование

Моделирование фильтра проводилось в пакете прикладных программ Microwave Office (MWO)[7]. На рисунке 3 показана модель фильтра из MWO. На рисунке 4 можно видеть АЧХ фильтра в полосе от 100 до 200 МГц. Видно, что требования к полосе пропускания выполняются. Из рисунка 5 можно видеть, что выполняются требования к полосе заграждения.

Рисунок 3 – Модель фильтра 165 МГц из MWO

Рисунок 4 – АЧХ фильтра в полосе от 100 до 200 МГц из MWO

Рисунок 5. АЧХ фильтра в полосе от 0 до 800 МГц из MWO

Эксперимент

Эксперимент проводился с помощью векторного анализатора цепей типа «Обзор-103». Кроме того, в измерительную установку входит ноутбук, набор кабелей и переходов. Амплитудно-частотная характеристика фильтра в полосе от 0,3 до 800 МГц показана на рисунке 6, АЧХ фильтра в полосе от 100 до 200 МГц можно видеть на рисунке 7.

Рисунок 6. АЧХ фильтра в полосе от 0,3 до 800 МГц

Рисунок 7. АЧХ фильтра в полосе от 100 до 200 МГц

Выводы

Ниже в таблице приведены основные параметры фильтра, полученные при моделировании и в эксперименте.

Таблица 1.

Основные параметры фильтра

Наименование параметра, размерность	Задано	Моделирование	Эксперимент
Центральная частота, МГц	165	166	165
Ширина полосы пропускания по уровню минус 3дБ от максимума	12	12,3	12
Потери в полосе пропускания, не более, дБ	7	7	5
Полоса заграждения, МГц	От 120 до 500	От 210 до 500	От 190 до 500
Волновое сопротивление входа и нагрузки, Ом	50	50	50
Минимальные потери в полосе пропускания, дБ	-	4	2

Из этой таблицы следует, что все требования к фильтру выполняются. АЧХ фильтра при моделировании и в эксперименте похожи в зоне полосы пропускания и переходной зоне, и значительно отличаются в полосе заграждения. Этот факт можно объяснить тем, что в модели не учтены паразитные параметры конденсаторов и катушек.

1. Алексеев Л.В., Знаменский А.Е., Лоткова Е.Д. Электрические фильтры метрового и дециметрового диапазонов.- М.: Связь, 1976.-280с.
2. Ханзел Г. Справочник по расчету фильтров. Перевод с англ.- М.:Сов.радио, 1974.-288с.
3. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. Том 2.-М.:Додэка, 2008-942с.
4. Мамаев Н.С. Спутниковое телевизионное вещание. Приёмные устройства.- М.: Радио и связь, 1999.-152с.
5. Малевич И.Ю., Солонович Д.А. Полосовой фильтр метрового диапазона на спиральных резонаторах. Доклады БГУИР., Минск, БГУИР, 2016, №3(97), с. 56
6. Привер Э. и др. Параметрический синтез квазиполиномиальных полосовых фильтров. Компоненты и технологии, 2017, №3, с. 92-99(112МГц)
7. Разевиг В.Д, Потапов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office.- М.: Солон-Пресс, 2003-496с.

Курбанбаев Э.Р.

О расчётных позициях воздушных судов при аэродромном диспетчерском обслуживании

*Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации,
высшая школа аэронавигации
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-06

idsp: sciencerrussia-10-12-2019-06

Аннотация

В данной статье рассмотрены аспекты применения расчётных позиций взлетающих и заходящих на посадку воздушных судов при аэродромном

диспетчерском обслуживании, проанализирован возможный вклад использования расчётных позиций в практической деятельности аэродромных органов обслуживания воздушного движения для достижения отдельных стратегических целей обозначенных в глобальном аэронавигационном плане международной организации гражданской авиации, обозначены слабые места существующей методики вычисления расчётных позиций и предложено возможное направление дальнейшего исследования.

Ключевые слова: расчётные позиции, обслуживание воздушного движения, аэродромное диспетчерское обслуживание.

Процесс оценки и анализа воздушной обстановки диспетчерами является важнейшим аспектом аэродромного диспетчерского обслуживания воздушного движения. Адекватная и быстрая оценка воздушной обстановки позволяет вносить вклад в безопасность полётов и оптимальность задаваемых траекторий в аэродромной зоне, а также обеспечивать соблюдение государственных приоритетов по использованию воздушного пространства, реализуясь в конкретных диспетчерских указаниях и рекомендациях в процессе обслуживания воздушного движения. С целью ускорения процесса анализа воздушной обстановки диспетчером, возможен расчёт точек на линии заданного пути стандартных маршрутов прибытия, а так же схемах захода, при пролёте которых прилетающими воздушными судами у диспетчера будет обоснованная уверенность в том, что занятие исполнительного старта и выпуск вылетающего воздушного судна может быть не обеспечен безопасным интервалом, в результате чего прибывающее воздушное судно будет отправлено на второй круг, а вылетающее будет задержано на взлётно-посадочной полосе до момента когда будет обеспечен безопасный интервал между данными воздушными судами. Обозначенные выше точки являются расчётными позициями. Под расчётными позициями понимается допустимое удаление прилетающих воздушных судов от порога взлётно-посадочной полосы, при котором гарантируются безопасные интервалы между заходящими и вылетающими воздушными судами, при последовательном выполнении операций взлёта и посадки воздушных судов на взлётно-посадочную полосу.

В соответствии с глобальным аэронавигационным планом ИКАО на 2016-2030 годы, опубликованным в Монреале, концептуальной задачей, стоящей перед международным авиационным сообществом, является обеспечение устойчивого развития глобальной системы гражданской авиации. Глобальный аэронавигационный план является цикличной методикой на пятнадцать лет, а программа блочной модернизации состоит из шестилетних этапов, первый из которых начался в 2013 году. В текущем 2019 году по плану будет опубликовано новое издание, в котором будут учтены актуальные достижения в отрасли и обеспечен баланс между консолидацией достигнутого и необходимостью внедрения новых разработок. Среди стратегических целей на текущий период рассмотрим цели В (наращивание аэронавигационного потенциала и повышение эффективности деятельности гражданской авиации) и Е (охрана окружающей среды от негативного воздействия деятельности гражданской авиации).

Цель В. Оценка эффективности деятельности гражданской авиации производится с точки зрения экономической выгоды, при поддержании требуемого установленного уровня авиационной безопасности. Любая деятельность связана с рисками. Рассматривая риски как произведение вероятности наступления последствий воздействия риска и сумм издержек результатов воздействия риска, можно определить эффективность авиационной деятельности как баланс между установленным требуемым уровнем показателей безопасности полётов и готовностью авиапредприятий нести убытки для достижения и поддержания целевых показателей безопасности полётов. Тем не менее, это не значит, что авиапредприятия обязаны терпеть убытки в

результате нерационально организованных потоков воздушных судов. Установление в районе аэродрома максимально точно вычисленных расчётных позиций для прилетающих воздушных судов позволит использовать взлётно-посадочные полосы в режимах близких к пределу пропускной способности, а также уменьшить вероятность ухода прибывающих воздушных судов на второй круг, по причине занятости полосы вылетающим воздушным судном, в результате неверной оценки воздушной обстановки аэродромным органом обслуживания воздушного движения, и наоборот, зная что вылетающее воздушное судно вероятно успеет произвести вылет, и между вылетевшим и прибывающим воздушными судами будет обеспечен безопасный интервал, диспетчер может оптимизировать траектории прибытия прилетающих воздушных судов применяя процедуру «прямо-на» и векторение. Меньшее количество времени полёта приводит к меньшему количеству издержек на обслуживание и заправку, таким образом и достигается обозначенная ранее эффективность, без ущерба безопасности полётов. Другой стороной ухода прилетающего воздушного судна на второй круг по причине занятости взлётно-посадочной полосы вылетающим воздушным судном, является невозможность оперативно произвести выпуск вылетающего воздушного судна, более того, в случае выполнения процедуры прерывания взлёта авиационное предприятие столкнётся с дополнительными расходами на керосин и оплату труда пилотам и бортпроводникам, техническое обслуживание воздушных судов.

Цель Е- охрана окружающей среды. Несмотря на широкое применение в гражданской авиации турбовентиляторных двигателей с высокими показателями топливной эффективности (в сравнении с турбореактивными), увеличение времени полёта прибывающих воздушных судов помимо увеличения издержек, увеличивает так же и эмиссии авиационных двигателей, как тепловые, так и химические, получаемые в результате окисления авиационного керосина в камерах сгорания. Большее количество эмиссий может привести к негативным последствиям для экологии, при рассмотрении в масштабах гражданской авиации в целом, в долгосрочной перспективе.

Вычисление расчётных позиций производится с помощью методики опубликованной в приложении к распоряжению Минтранса России от 18 января 2002 года № НА-21-р. В данной методике производится сбор исходных данных путём хронометража пролёта и руления заранее определённых точек, при обслуживании операций взлёта и посадки воздушных судов, с разделением на типы. Получаемые данные хронометража заносятся в таблицы-протоколы. Вычисления расчётных позиций производятся по средним значениям времени пролёта заранее определённых точек линии заданного пути, путевой скорости, времени руления для каждой пары типов обслуживаемых воздушных судов, таким образом формируется таблица в которой строки и столбцы определяют пару типов, а пересечение строки и столбца содержит расчётную позицию. К сожалению, данная методика не учитывает вероятностный характер рассматриваемых физических величин. Оставшееся время полёта воздушного судна, зависит от погодных явлений, например ветровой обстановки, действий экипажа связанных с пилотированием, возможностей и точностных характеристик пилотажно-навигационного комплекса, возможностей и доступности наземного навигационного оборудования, точности выдерживания линии заданного пути автопилотом, указаний и рекомендаций диспетчера, а так же многих других факторов, например орнитологической обстановкой. Время руления воздушных судов зависит от качества и состояния покрытия перрона, рулёжных дорожек, взлётно-посадочной полосы, ветровой обстановки, загруженности лётного поля, маршрута руления, а также многих других факторов.

Большое количество факторов, постоянно влияющих на физические величины, используемые для вычисления расчётных позиций, позволяет говорить о данных физических величинах как о случайных, а также открывает простор для

исследовательской деятельности по применению вероятностного подхода для вычисления расчётных позиций при аэродромном диспетчерском обслуживании.

1. Постановление Правительства РФ от 11.03.2010 N 138 (ред. от 13.06.2018) "Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации"
2. Приказ Минтранса России от 25.11.2011 N 293 (ред. от 14.02.2017) "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Организация воздушного движения в Российской Федерации"
3. Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации от 18.01.2002 № НА-21-р.
4. Глобальный аэронавигационный план на 2016-2030 гг, Международная организация гражданской авиации (ИКАО), Монреаль, Канада, 2018, 142с. ISBN 978-92-9258-377-4
5. Алешин А.В., Алешин В.И., Крыжановский Г.А. Вероятностные математические модели для определения расчетных позиций воздушных судов в системе УВД при взлете и посадке. В кн.: "Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации", №4 (13), Санкт-Петербург: СПбГУ ГА, 2016, С. 97-107. Источник №4

Соловьева Е.А., Ким В.С.

Современные подходы к подбору и расчету аэрационных систем для биологической очистки сточных вод

*Петербургский Государственный Университет Путей Сообщения имени Императора Александра I
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-07

idsp: sciencerussia-10-12-2019-07

Аннотация

Статья посвящается повышению эффективности работы современных аэрационных систем для биологической очистки сточных вод. Дан анализ работы современных аэраторов и способ их расчета. Оценивается общая эффективность работы системы аэрации. Материалы статьи содержат важные в научном и практическом плане данные.

Ключевые слова: аэраторы, аэрационная система, расход воздуха, стандартная окислительная способность, скорость переноса кислорода, биологическая очистка, экология.

Производительность аэраторов в единичном экземпляре или в блоке из двух или четырех экземпляров определяется на чистой воде в стандартных условиях: температура воды 20°C, давление атмосферного воздуха 760 мм рт. ст. при содержании кислорода 20,9 % в атмосферном воздухе.

При отклонении от стандартных условий вводятся соответствующие поправки, на растворимость кислорода, влияние температуры и давления. Путем обескислороживания воды и последующего растворения кислорода в ходе аэрации определяют количество растворившегося кислорода в единицу времени из 1 м³ поданного воздуха. Эту величину называют окислительной способностью (ОС) в отечественной литературе и стандартной скоростью переноса кислорода (SOTR (standard oxygen transfer rate)) в зарубежной практике [1,5,6].

Ввиду слабой растворимости кислорода в воде процесс массопереноса описывают как диффузию газа от насыщенного поверхностного слоя (от пузырька воздуха или поверхностного слоя воды в реке либо водоеме) до рассматриваемой части объема воды. Применяют классическую формулу массопереноса:

$$\frac{dC}{dt} = K_l \cdot a \cdot (C_H - C_o), \quad (1)$$

где K_l – коэффициент массопередачи от насыщенного поверхностного слоя внутрь объема воды; a – удельная площадь контакта воды с воздухом; C_H – концентрация кислорода в насыщенном слое воды; C_o – концентрация кислорода в объеме воды.

В условиях пневматической аэрации, когда скорость турбулентной диффузии изменяется весьма мало ввиду почти постоянной скорости движения воды в объеме аэротенка, основное влияние относится к удельной поверхности массопередачи и частично к коэффициенту массопередачи K_l .

Первый параметр определяется диаметром образующихся пузырьков воздуха d_p , которые формируются аэратором, в зависимости от диаметра пор отверстий в аэраторе, скорости выхода воздуха, геометрии отверстий для выхода воздуха, степени гидрофобности материала аэратора, коалесценции пузырьков воздуха над аэратором.

Влияние параметров такого рода определяется на аэраторах при малой глубине их погружения (1,0 – 1,5 м).

Параметр K_l зависит, главным образом от свойств воды, в частности от содержания в ней поверхностно-активных веществ (ПАВ) природного и антропогенного происхождения. Возрастание концентрации ПАВ однозначно снижает K_l от единицы (в относительных величинах) до 0,3-0,5 для концентрированных промышленных сточных вод [2].

Стандартная окислительная способность приводится к условиям отсутствия кислорода в воде ($T = 20^\circ\text{C}$, $P = 760$ мм рт. ст.):

$$OC = SOTR = K_l \cdot a \cdot C_H \quad (2)$$

Окислительная способность определяется при глубине аэротенка H , заглублении аэратора h_a , геометрических размерах испытуемого резервуара (объем W), и отражает все особенности техники определения параметра.

При переходе к работе аэраторов в производственных условиях необходимо вносить ряд поправок на расположение аэраторов, площадь активной зоны аэрации, гидродинамических условий движения жидкости в аэрируемом объеме.

Чем более равномерное распределение аэраторов, тем меньше спиральные потоки между ними. Спиральные потоки могут создавать скорость потока порядка 0,7 м/с. Средняя скорость всплытия пузырьков составляет от 0,15 до 0,3 м/с, при диаметре пузырьков составляет от 1 до 3 мм (рис. 1).

Рисунок 1 – Расположение аэраторов

Окислительная способность $SOTR$ и эффективность массопереноса кислорода $SOTE$ не отражают в полной мере эффективность применяемой системы аэрации, если не учитывают потребляемую процессом энергию.

Общая эффективность системы аэрации, включая подводимую к процессу энергию, *SAE* (*Standart Aeration Efficiency*) определяется соотношением ОС (*SOTR*) и общей потребляемой мощности задействованных в процессе приводов (P_{tot}), нагнетающих воздух в систему:

$$SAE = \frac{SOTR}{P_{tot}} \quad (3)$$

Таблица 1.

Характеристики эффективности систем аэрации

Параметр	Единицы измерения	Величина в стандартных условиях	Показатель
Окислительная способность	кгО ₂ /ч	<i>SOTR</i>	Производительность аэрации
Эффективность массопереноса кислорода	%	<i>SOTE</i>	Эффективность аэрации, в зависимости от глубины погружения и скорости подачи воздуха
Общая эффективность системы аэрации	кгО ₂ /кВт ч	<i>SAE</i>	Соотношение количества растворенного в объеме кислорода и затраченной на это энергии

Так как ОС (*SOTR*) зависит от условий проведения испытаний, была введена в практику единица массопереноса на 1м² площади аэрации или на 1м погружения аэратора – *SOTE* и *SOTE_h*. Стандартная эффективность массопереноса кислорода *SOTE* (*standard oxygen transfer efficiency*) определяется как соотношение растворившегося кислорода к общему количеству поданного с воздухом в %:

$$SOTE = \frac{SOTR \cdot W}{Q_{air} \cdot J_{O_2}} \cdot 100, \quad (4)$$

где W – объем сосуда, Q_{air} – расход воздуха, J_{O_2} – содержание кислорода в воздухе. Для учета глубины аэратора определяется *SOTE_h*:

$$SOTE_h = \frac{SOTE}{h_a^x}, \quad (5)$$

где x – показатель степени зависимости *SOTE* от h_a . Некоторые из фирм – изготовителей принимают $x=0,7$ [3,4]; большинство современных производителей приводят данные при $x=1$.

С увеличением удельного расхода воздуха на единицу площади аэратора *SOTE* плавно снижается, и это снижение связано в первую очередь с ростом скорости выхода воздуха из пор, но в некоторой степени и с вовлечением мелких пор в диспергирование воздуха.

С течением времени эксплуатации аэраторов происходит засорение пор, в первую очередь наиболее мелких. Засорение возникает в результате накопления пыли в порах и проникновения бактерий активного ила в аэраторы при остановке воздухоуловков. С этой позиции различают аэраторы незащищенные (от пыли и ила), частично защищенные и самоочищающиеся.

Обычные аэраторы из однородных материалов – трубчатые и пластинчатые, не защищены от засорения. Двухслойные аэраторы частично защищены от пыли благодаря наличию первого (крупнопористого) слоя диспергатора, но не защищены от проникновения ила.

Современные мембранные аэраторы защищены от засорения способностью к смыканию пор при отсутствии аэрации и наличием встроенного обратного клапана.

Максимально разрешенная для применяемого материала *EPDM* (этилен - пропиленовый каучук) температура нагнетаемого воздуха достигает 100 °С, что сказывается на долговечности применения без потери свойств эластичности пор. Системы отвода конденсата, которыми комплектуются современные системы мембранной аэрации, также как и системы очистки на основе муравьиной кислоты продлевают срок службы без потери производительности.

Долговечность работы аэраторов определяет главное условие их применения. Незащищенные аэраторы довольно быстро теряют эффективность в течении 1,5–2 лет, частично защищенные способны удерживать эффективность до 3–4 лет, защищенные (*EPDM*) до 10 лет.

Эффективность аэрации оценивают по использованию кислорода в воздухе, выходящем из аэротенков. При помощи плавающих колпаков отбирается из иловой смеси воздух, в нем анализом устанавливается фактическое содержание кислорода J_{O_2} .

По разнице между количеством поданного и неиспользованного кислорода устанавливается степень старения (ухудшения работы аэратора во времени).

Таким образом устанавливаются два общепринятых коэффициента: α – фактор и F – фактор [5,6]. Первый фактор отображает переход от условий массопереноса в чистой воде к условиям процесса в иловой смеси действующего аэротенка:

$$\alpha = \frac{(K_L \cdot a)_{ис}}{(K_L \cdot a)_{чв}}, \quad (6)$$

где $(K_L \cdot a)_{ис}$ относится к иловой смеси; $(K_L \cdot a)_{чв}$ – относится к чистой воде.

Второй фактор:

$$F = \frac{(K_L \cdot a)_{э}}{(K_L \cdot a)_{н}}, \quad (7)$$

где $(K_L \cdot a)_{э}$ относится к аэраторам находящимся в эксплуатации; $(K_L \cdot a)_{н}$ – относится к новым аэраторам.

Очень часто оба параметра объединяют в виде $\alpha \cdot F$, обобщая свойства сточных вод и поведение аэраторов по мере их засорения.

Параметр α –фактор учитывает сразу несколько явлений – изменение диаметров пузырьков воздуха в загрязненной жидкости, образование экранирующих пленок на воздушных пузырьках из ПАВ, расположение аэраторов (пристенное, одно- или многорядное, рассредоточенное по днищу аэротенка и т.п.), интенсивность выхода воздуха из аэраторов, возможную коалесценцию пузырьков воздуха.

В таблице 2 показаны результаты измерения α – фактора на одной из очистных станций США [3]. Не обращая внимание на индивидуальные особенности работы станции (состав сточных вод, условия функционирования активного ила и т.п.), отметим явное снижение величины α до весьма низких значений.

Испытаниям подверглись глубокозаложенные мембранные аэраторы. Заметим, что в режимах напряженной окислительной деятельности биоценоза ила и при низком содержании кислорода в иловой смеси значение α снижалось до 0,44, а в режимах развитой нитрификации достигало значений 0,54 – 0,56.

Таблица 2.

Изменение значения $\alpha(F)$ в зависимости от кислородного режима в аэротенках

Режимы очистки	Температура воды, °С	Растворенный кислород в аэротенке, мг/л	Заглубление аэраторов, м.	$\alpha(F)$
I	24	0,75 – 1,10	7,0	0,44
II	24,2	2,7 – 2,85	7,0	0,47
III	24,3	4,85 – 7,60	7,0	0,54
IV	24,3	6,25 – 7,30	7,0	0,56

На другой очистной станции США [4] проверялись различные типы аэраторов – новые, бывшие в употреблении (2 – 3 года), восстановленные (очищенные), старые. Результаты проверки выявили:

- в режимах высокой нагрузки (возраст ила 3 – 6 сут) значение α для новых аэраторов (значение $F = 1$) составляло 0,4 – 0,45, а в режимах с глубокой нитрификацией 0,55 – 0,65;
- применение восстановленных аэраторов снижало эффективность аэрации сразу на 15 – 20%;
- использование аэраторов (со сроком службы 2 – 2,5 года) снижало α – фактор до значений 0,3 – 0,45 соответственно в режимах высокой и низкой нагрузки;
- для старых аэраторов (срок службы более трех лет) значение α – фактора снижалось до 0,25 – 0,35.

Таким образом, принимая решение о замене аэрационной системы, необходимо заранее предусматривать снижение эффективности аэрации по сравнению с паспортными техническими данными. Если аэрационная система рассчитывается на срок службы не более 4-х лет эксплуатации, среднее значение $\alpha(F)$ следует принимать равным 0,5-0,55, как это практикуется в США.

Оценка эффективности систем аэрации на основе EPDM-мембран проводилась на протяжении шести лет на одной из очистных станций в г.Зогель (Германия) [7], критериями оценки выступали перечисленные выше параметры и способность аэрационной системы выдерживать резкие колебания нагрузки в широком диапазоне расхода воздуха в течение отдельных периодов времени, связанных с относительно высокой долей промышленного стока (около 75%), при сохранении эксплуатационных характеристик, заданного уровня общей эффективности системы аэрации SAE без существенного снижения эффективности аэрации.

Для решения этой задачи был организован комплекс мер включающий в себя переход на регулируемую подачу воздуха в систему и оптимизацию управления регулированием, применение новой аэрационной системы на основе EPDM-мембран, в результате чего удельное энергопотребление очистных сооружений в г. Зогель за указанный промежуток времени сократилось более чем на 50%[8,9].

1. Соловьева Е.А. Удаление азота и фосфора из городских сточных вод. Технологии удаления азота и фосфора в комплексе по очистке сточных вод и обработке осадка. Изд. LAP LAMBERT Academic Publishing (ISBN-13:978-3-8465-0130-6). Германия. 2011. 292с.
2. Соловьева Е. А. «Очистка сточных вод от азота и фосфора». Монография. СПб: «ВодопроектГипрокоммунводоканал СПб», 2008 г. 100 с.
3. M.P. Ries, D. T. Redmon, F. Corsoro, T.E. Wilson. Alpha factor testing at a step feed BNP plant. Water Enviroment Federation. 2005.
4. D. Rosso, M.E. Stenstrom. Economic implications of fine pore diffuser aging. 2005.
5. Standart ASCE 2-06: Measurement of Oxygen Transfer in Clean Water.
6. Standard DWA-M 209: Measurement of the Oxygen Transfer in Activated Sludge Aeration Tanks with Clean Water and in Mixed Liquor.
7. Губарев Е.Н. Современные воздуходувки для аэрации сточных вод // Международная научно-практическая конференция «Экологическая безопасность: проблемы и пути решения» // Издательство «Наукоемкие Технологии» (ISBN 978-5-9909412-6-7). 2018 год. С.16-17
8. Erkki Lantto, Stefan Wilken German Plant Upgrades Drop Specific Energy Use by More Than 50 Percent. // Pumps and Systems Magazine. 2016. September. 46-48 p.
9. Erkki Lantto, Stefan Wilken Wastewater Treatment in Turbo Mode // Sulzer Technical Review. 2015. №2. 16-19 p.

Соловьева Е.А., Тарасов Д.С.

Мембранная технология в биологической очистке сточных вод

*Петербургский Государственный Университет Путей Сообщения имени
Императора Александра I
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-08

idsp: sciencerussia-10-12-2019-08

Аннотация

Мембранная фильтрация позволяет повысить дозу ила в блоке биологической очистки, благодаря чему повышается скорость окисления органических загрязнений. Является основным современным направлением в развитии способа очистки сточных вод. Для оперативного управления процессом и ликвидации негативных явлений необходимо формировать гибкие технологии очистки.

Ключевые слова: мембранный биореактор, МБР, нитрификация, денитрификация, очистка сточных вод, эффективность, очистные сооружения, биологическая очистка, городские сточные воды, технологии очистки.

В настоящее время наблюдается тенденция широкого внедрения МБР (мембранные биореакторы) в практику очистки сточных вод. Это требует всесторонних исследований теоретических и практических аспектов работы МБР.

Для целей глубокой очистки сточных вод применяют мембраны, действующие в режиме микрофильтрации [1,6]. Чаще всего мембраны изготавливают из керамических и пластмассовых материалов. Необходимо учитывать устойчивость используемого сырья к воздействию перепадов температур, pH, концентрации окислителей, а также кислот, щелочей, используемых при ее регенерации.

Течение ньютоновских жидкостей в слое пористых тел описывают зависимостями, базирующимися на законе Дарси для ламинарного режима. Появление признаков турбулентного течения относится к весьма крупным порам (более 4 мкм). Влияние повышенной вязкости жидкости проявляется только для концентрированных смесей типа осадков сточных вод при концентрации их 20-40 кг/м³.

Расход фильтрата q_s , отнесенный к площади фильтрующей поверхности, составит:

$$q_s = \frac{\Delta P}{\eta_T \cdot R_{\Pi}}, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}, \quad (1)$$

где ΔP – разность давлений, Па; η_T – динамическая вязкость, Па·с (с учетом температуры воды); R_{Π} – полное сопротивление мембраны, 1/м.

В величину полного сопротивления входят сопротивление мембраны R_m и сопротивление слоя осадка на поверхности мембран R_{oc} .

$$R_{\Pi} = R_m + R_{oc}. \quad (2)$$

По мере накопления осадка сопротивление увеличивается, снижается расход фильтрата.

На рис. 1 [2,3,4] показаны кривые зависимости выхода фильтрата при фильтрации жидкости одинакового состава – кривая ABCD при давлении P и кривая $A_1B_1C_1D_1$ при давлении P_1 .

Участки АВ и A_1B_1 (в виде прямых линий) указывают диапазон действия закона Козени-Кармана. ($P=0,5$ бар).

$$R_{\Pi} = \frac{2 \cdot P \cdot S}{\eta_T \cdot c^{en}}, \quad (3)$$

где c^{en} – концентрация взвешенных веществ в поступающей жидкости, г/л, S – поверхность фильтрации, m^2 , α , α_1 – угол наклона прямой выхода фильтрата в ходе опыта на фильтруемость (на рис. 1 это $tg\ a$ и $tg\ a_1$).

Рисунок 1 – Процесс фильтрации при разных значениях давления

Вид линий выхода фильтрата с использованием чистой воды (дистиллята) и испытуемой жидкости показан на рис 2.

Сопротивление слоя осадка, отнесенное к весу твердой фазы:

$$\alpha_{oc} = R_{oc} \frac{S}{V \cdot c^{en}}, \text{ м/кг}, \quad (4)$$

где R_{oc} – сопротивление осадка, V – объем фильтрата.

Хронический опыт фильтрации (до полного забивания мембраны) показан на рис. 2. Кривая 1 выхода количества фильтрата обычно представляется в виде прямой 2, тангенс угла наклона которой используется для расчета удельного сопротивления осадка и определяется по времени выхода фильтрата $\frac{dt}{dV}$.

Рисунок 2 – Изменение расхода фильтрата (q_s) и полного сопротивления мембраны (R_n) в ходе хронического цикла фильтрации при ΔP и $T = \text{const}$, 1 – фактический объем фильтрата, 2 – линейная аппроксимация выхода объема фильтрата, 3 – изменение полного сопротивления фильтрации. Интервалы: $0-t_1$ – накопление осадка, t_1-t_2 – фильтрация через слой осадка, t_2-t_3 – затухание фильтрации.

Участок до t_1 – кривая разгона, участок t_1-t_2 – рабочий, результативный, а участок t_2-t_3 – затухание фильтрации вследствие полного забивания пор фильтра. На участке t_1-t_2 выход фильтрата изображается в виде прямой линии (линия 2). Результаты опытов оцениваются следующим образом [5,6]. Интенсивность потока фильтрата:

$$\frac{dt}{dV} = \frac{\eta_T \cdot R_m}{\Delta P \cdot S} + \frac{\eta_T \cdot \alpha_{oc} \cdot c^{en}}{\Delta P \cdot S^2} \cdot V, \quad (5)$$

где α_{oc} – сопротивление слоя осадка, отнесенное к весу твердой фазы, м/кг, V – объем фильтрата, м³.

Первое слагаемое является характеристикой мембраны (сопротивление R_m), а второе характеристикой слоя осадка на мембране. Получаем:

$$t = \frac{\eta_T \cdot R_m}{\Delta P \cdot S} V + \frac{\eta_T \cdot \alpha_{oc} \cdot c^{en}}{\Delta P \cdot S^2} \cdot \frac{V^2}{2}, \quad (6)$$

где R_m – сопротивления чистой мембраны.

Произведение $\alpha_{oc} \cdot c^{en}$ составляет сопротивление слоя твердой фазы R_ϕ .

$$R_\phi = \frac{d\left(\frac{t}{V}\right)}{dV} \cdot \frac{2\Delta P \cdot S^2}{\eta_T}. \quad (7)$$

Значение $d\left(\frac{t}{V}\right)$ определяются по линиям влагоотдачи:

$$\frac{t_2 V_n - t_1 V_{n-1}}{V_n - V_{n-1}} = \frac{\Delta\left(\frac{t}{V}\right)}{\Delta V}. \quad (8)$$

Среднее значение по n точкам опыта:

$$\frac{\sum \left[\Delta\left(\frac{t}{V}\right) \right]}{n}. \quad (9)$$

Методика хронического опыта положена в основу определения удельного сопротивления осадка фильтрации. Согласно действующей методике (при $P = 0,5$ бар и $T = 20$ °C):

$$\alpha_{oc} = R_{oc} \frac{S}{V \cdot c^{en}}, \frac{\text{м}}{\text{кг}}. \quad (10)$$

Удельное сопротивление осадков сточных вод колеблется в пределах от $(200-1000) \cdot 10^{10}$ до $(2000-5000) \cdot 10^{10}$ см/г. Для обезвоживания осадков фильтрацией необходимо снизить удельное сопротивление до $(20-50) \cdot 10^{10}$ см/г. Средняя величина проницаемости мембран с осадком, согласно рис. 3 составит:

$$q_s^{cp} = \frac{q_s^{t1} - q_s^{t2}}{2}, \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \text{с}}, \quad (11)$$

где q_s^{cp} – стандартная проницаемость, приводимая в паспортных данных при $\Delta P = 0,5$ бар и $T = 20$ °C. Изменение давления в диапазоне низких нагрузок по твердой фазе прямо пропорционально влияет на поток фильтрата:

$$q_{sp} = q_s^{cp} \frac{P_1}{P_2}. \quad (12)$$

При высокой нагрузке по взвешенным веществам и сжимаемому осадку прямая пропорция изменяется:

$$q_{sp} = q_s^{cp} \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^x. \quad (13)$$

Хронический опыт предполагает постепенное накопление осадка на поверхности мембран без нарушения его структуры или удаления (частичного или полного). Для интенсификации процесса фильтрации применяют частичное накопление слоя осадка с циклическим его удалением.

Основной параметр для остановки фильтроцикла и проведения промывки мембраны – снижение проницаемости и потока фильтрата. В конкретных условиях низший предел снижения проницаемости определяют сравнительными опытами с

оценкой оптимальных условий фильтрации. Отмывку мембран от осадка обычно ведут с помощью механического воздействия – аэрацией, механическим перемешиванием. Чаще используют крупнопузырчатую аэрацию.

Сопротивление слоя осадка:

$$R_{oc} = \alpha_{oc} \cdot c^{en} \frac{V}{S}. \quad (14)$$

В ином виде, учитывая, что $c^{en} \cdot V = G_{oc}$ (количество загрязнений, принесенных потоком воды):

$$R_{oc} = \alpha_{oc} \frac{G_{oc}}{S}. \quad (15)$$

Множитель $\frac{G_{oc}}{S}$ представляет собой количество загрязнений (по весу твердой фазы), отложившихся на единице площади мембраны.

Хронический «тупиковый» опыт предполагает достижение интенсивного забивания мембраны с резким снижением ее пропускной способности (рис. 3).

Рисунок 3. Изменение q_s и R_{π} в ходе циклической фильтрации и отмывки мембран
1 – выход фильтрата, 2 – линейная аппроксимация выхода объема фильтрата, 3 – изменение полного сопротивления фильтрации. Интервалы: $0-t_1$ – фильтрация, t_1-t_2 – отмывка мембраны

Измерив снижение проницаемости в течение ряда опытов Δq_s , определяют единичную величину и аппроксимацией по n значений кривую снижения до минимально допустимой величины в пределах от 20 до 50%. Тем самым оценивается продолжительность цикла фильтрации с промежуточной очисткой мембран [5].

Хронический опыт применяют при определении влагоотдачи осадков сточных вод. Удельное сопротивление в режимах ультрафильтрации составляет $(100-200) \cdot 10^{12}$ см/г, для осадков сточных вод и активного ила $(200-1000) \cdot 10^{10}$ см/г.

Интегрируя уравнение (4) при постоянном давлении ΔP и температуре T , получаем

$$\frac{t}{V} = \frac{\eta_T \cdot R_m}{\Delta P \cdot S} + \frac{\eta_T \cdot \alpha_{oc} \cdot c^{en}}{2 \cdot \Delta P \cdot S^2} V, \quad (16)$$

Произведение $\alpha_{oc} \cdot c^{en}$ составляет сопротивление слоя твердой фазы R_{ϕ} :

$$R_{\phi} = \frac{d\left(\frac{t}{V}\right)}{dV} \cdot \frac{2\Delta P \cdot S^2}{\eta_T}. \quad (17)$$

Значение $d\left(\frac{t}{V}\right)$ определяются по линиям влагоотдачи:

$$R_{\phi} = \frac{t_2 V_n - t_1 V_{n-1}}{V_n - V_{n-1}} = \frac{\Delta \left(\frac{t}{V} \right)}{\Delta V}. \quad (18)$$

Среднее значение по n точкам опыта:

$$R_{\phi}^{cp} = \frac{\sum \left[\Delta \left(\frac{t}{V} \right) \right]}{n}. \quad (19)$$

Технология фильтрации циклического действия обычно применяется с использованием полуволоконных мембран.

Зачастую на практике из-за различных условий отведения и очистки сточных вод, состава активного ила и структуры мембран, выявляется несоответствие паспортных данных мембран и фактической пропускной способности модульных установок, построенной на их основе.

Необходимо разработать стандартную процедуру испытаний модулей, предлагаемых к установке, и в дальнейшем придерживаться этой процедуры, в условиях действующих очистных станций.

Вариантом стандартной процедуры испытания мембранных модулей могут быть лабораторные испытания на приборах и макетах, имитирующих фильтрацию иловой смеси, один из которых и был предложен в данной статье.

Согласно предложенной методике были успешно проведены лабораторные испытания на очистных сооружениях г. Санкт-Петербурга. Полученные результаты определили направление дальнейшей работы.

1. Б. Г. Мишуков. Мембранные биологические реакторы для глубокой очистки сточных вод: учеб. пособие / Б. Г. Мишуков, Е. А. Соловьева. - СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2017. - 64 с.
2. Технический справочник по обработке воды: в 2 т.: пер. с фр. - СПб.: Новый журнал, 2007. - Т.1. - 774 с.
3. Технический справочник по обработке воды: в 2 т.: пер. с фр. - СПб.: Новый журнал, 2007. - Т.2. - 1696 с.
4. Соловьева Е.А. Удаление азота и фосфора из городских сточных вод. Технологии удаления азота и фосфора в комплексе по очистке сточных вод и обработке осадка / Е.А. Соловьева. Изд. LAP LAMBERT Academic Publishing (ISBN-13:978-3-8465-0130-6). Германия, 2011. - 292 с.
5. Simon Judd. The MBR book: Principles and Application of Membrane Bioreactors in Water and Wastewater Treatment. - ELSEVIER, 2006. - 310 с.
6. Kerry J. Howe, Mark M. Clark. Влияние коагуляционной предочистки воды на процесс мембранной фильтрации // Вода: технология и экология. - 2007. - № 2. - С. 18-44.

Шаламова О.А., Ядрошникова Г.Г., Самойлова Е.В., Юркова Е.О.
Имитационное моделирование ремонтно-сервисного производства в среде
AnyLogic

Сибирский государственный университет путей сообщения
(Россия, Новосибирск)

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-09

idsp: sciencerrussia-10-12-2019-09

Аннотация

Анализ функционирования работы ремонтно-сервисного предприятия по оказанию услуг с целью дальнейшей оптимизации работы может быть выполнено методом построения имитационной модели данного предприятия. Модель определяется большим количеством факторов, имеющих вероятностный характер и в той или иной

степени обуславливающих некоторые трудности в построении модели. В работе представлены результаты имитационного моделирования в среде AnyLogic, где имеется возможность демонстрации модели на мониторе в режиме реального времени.

Ключевые слова: имитационное моделирование, система массового обслуживания, транспортно-технологические комплексы, среда AnyLogic, ремонтно-сервисное производство

Введение

Эффективность эксплуатации парков транспортно-технологических машин определяется множеством объективных и субъективных факторов, которые должны учитываться при принятии управленческих решений в процессе поддержания их работоспособности. К числу *объективных* факторов можно отнести: погодноклиматические условия (что особенно важно для регионов Сибири и Дальнего Востока), удаленность объектов работ от места постоянной дислокации машин, объемы работ на объектах и др. К *субъективным* факторам следует отнести: конструктивные и технологические особенности машин, возможность или отсутствие возможности получения достоверной информации о техническом состоянии машин, объемы и структурированность такой информации и т.д.

Наличие этих и других факторов обуславливает нахождение машин в их целевом состоянии (работа на производственных объектах) или количество и время переходов состояний техники в процессе ее эксплуатации, особенно время пребывания техники в состоянии ремонтов или технического обслуживания [1-5]. В связи с этим целью данных исследований является поиск методических подходов к повышению эффективности эксплуатации парков машин, путем *выполнения имитационного моделирования ремонтно-сервисного производства* для сокращения непроизводительного времени техники.

При анализе функционирования сложных производственно-экономических систем в различных ситуациях достаточно часто используются положения теории массового обслуживания. Здесь система массового обслуживания (СМО) рассматривается как система, включающая в себя такие параметры как случайный поток заявок (например, на ремонт техники), собственно алгоритм выполнения этих заявок и каналы для их выполнения.

Имитационное регулирование систем массового обслуживания

Простая СМО состоит из входного потока, очереди, канала обслуживания и выходного потока, т.е. зачастую рассматривается классическая одноканальная СМО с марковским входящим потоком заявок (рис. 1). При этом заявки поступают с интенсивностями $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, а число мест в очереди не ограничено.

Рисунок 1 – СМО с одним каналом обслуживания

Однако в практике функционирования ремонтно-сервисного производства схема модели СМО может быть значительно сложнее. Во-первых, поступающие заявки могут быть разных типов: плановое выполнение ТО-1 или ТО-2, плановый текущий ремонт

машины, внеплановый ремонт по устранению причин внезапного отказа техники и др. Во-вторых, может иметь место не один, а несколько каналов обслуживания, т.е. работает не один, а несколько мастеров (ремонтных бригад) в своих ремонтных зонах, причем у мастеров может быть разный уровень специализации выполнения заявок, т.е. один мастер (бригада) может выполнять заявки только одного типа, второй двух типов, третий – трех и так далее.

В этом случае решение задачи наиболее оптимальной организации ремонтно-сервисного производства может быть выполнено путем построения имитационной модели, позволяющей определить математическое ожидание и вероятность выполнения заявок, на основе дискретно-событийного подхода, когда последовательно-соединенные объекты СМО задают последовательность выполнения заявок.

В настоящее время при имитационном моделировании различных дискретных процессов в качестве инструментального средства широкое распространение получила система моделирования *AnyLogic*, разработанная компанией «*The AnyLogic Company*» на основе современных концепций в области информационных технологий в начале 90-х гг.[6, 7]. Данная программа уже нашла широкое применение в логистике, производстве и других областях. Основным достоинством данной программы после внесения исходных данных и создания модели расчета необходимых параметров является возможность и демонстрация на экране монитора в режиме реального или виртуального времени симуляции модели, ее изменяющихся параметров, а также сбора статистики в данной предметной области [8 - 10].

В соответствии с алгоритмом решения задачи имитационного моделирования выполнения ремонтно-сервисных работ в среде *AnyLogic*, поступившая заявка принимается диспетчером на обслуживание одним из свободных каналов. Если мастер (бригада), обслуживающий один определенный тип заявок, загружен, его заявка переходит к другому, более универсальному мастеру (бригаде), обслуживающему не один, а два типа заявок, и так далее, пока не освободится один из каналов обслуживания. Если все каналы заняты, то заявка становится в очередь в ожидании обслуживания (рис. 2).

Диспетчер может принимать к выполнению не все типы заявок, тогда такие заявки получают отказ. Обычно заявки получают отказ в случае, если ремонтно-сервисное предприятие не располагает нужным диагностическим или ремонтным оборудованием для выполнения заявленного вида услуг. Кроме того, заявки могут накапливаться и у мастеров, и у диспетчера. В этом случае также может приниматься решение об отказе выполнения заявки, если клиент не желает ждать своей очереди.

Рисунок 2 – Схема предоставления предприятием ремонтных услуг

При таком подходе основная задача рассматриваемой проблемы должна заключаться в разработке рекомендаций по рациональной организации работ для обслуживания поступающих заявок при оптимальных затратах. При этом получаемые результаты будут зависеть от интенсивности поступления заявок и сложности выполняемых работ.

В настоящих исследованиях к рассмотрению была принята имитационная модель, при которой в соответствии с исходными данными в СМО поступают заявки на обслуживание четырех типов. Вне зависимости от типа заявки, они обрабатываются диспетчером, после чего поступают на каналы обслуживания – к мастерам. Один мастер может выполнять заявки только одного типа, второй двух типов, третий – трех и так далее. Если мастер, обслуживающий только один тип заявок, занят, его заявка переходит к другому мастеру, обслуживающему два типа заявок. При полной занятости второго мастера, заявка переходит к третьему мастеру (бригаде) и так далее, пока не освободится один из мастеров.

Полученная симуляция модели и ее изменяющиеся параметры для наглядности выводятся на монитор ПК диспетчера, который далее принимает решение о выполнении заявки тем или иным мастером, постановке в дополнительную очередь или об отказе выполнения данной заявки.

Для принятой имитационной модели была выполнена ее симуляция в режиме виртуального времени с демонстрацией на экране монитора результатов реализации данной модели в среде AnyLogic (рис. 3, 4).

Рисунок 3 - Имитация поступающих заявок от клиента

На рисунке 3 видно, что для реализации имитационной модели приняты и представлены несколько объектов:

- «источники заявок» - объекты, которые имитируют поступающие заявки как обращение клиента на предприятие (СТО) для оказания ему услуг (см. рис 3);
- «типЗаявки» - объект, сортирующий ремонтно-сервисные услуги по типам заявок;
- «очДисп» - объект, сортирующий заявки разных типов и формирующий очередь заявок по их типам;
- «Дисп» - объект, моделирующий работу диспетчера в случае поступления заявки исключительно по желанию клиента (вид работы, желаемый канал (конкретный мастер) и др.;
- «отказ» - объект, перенаправляющий заявки в новую очередь, либо предоставляющий полный отказ в выполнении ремонтно-сервисных работ;
- «поТипамЗаяв» - объект, формирующий отказы по типам заявок или полностью уничтожает заявку.

Распределение заявок по группам мастеров осуществляет сектор «Диспетчеры». Он направляет заказы группам мастеров согласно типам заявок в зависимости от вида ремонта и от занятости мастеров в текущий момент времени (см. объекты «видРемЗаяв1», ..., «видРемЗаяв4» (рис.4). Накопление заявок по их типам происходит на объекте «поТипамЗаяв».

Так, например, на рисунке 4 видно, что число поступивших заявок в текущий момент равно 51, в том числе 13 заявок поступило для ремонта заявки типа1, 13 заявок - для ремонта заявки типа 2, 7 заявок - для ремонта заявки типа 3 и 28 заявок - для ремонта заявки типа 4.

Рисунок 4 – Распределение заявок по типам и мастерам

Рисунок 5 - Распределение заявок по мастерам

На рисунке 5 показан сектор «Мастера». Функция этого сектора – имитация ожидания освобождения мастеров, время выполнения соответствующего вида ремонта и отправление выполненной заявки в сектор «Учет выполненных заявок».

Свободные мастера проверяются объектами «свобМастер1 –свобМастер4» по всей цепочке последовательно согласно схеме, приведенной на рис. 2. Например, если Мастер3 выполнил заявку 3-го типа, но в очереди нет пока клиента с 3-м типом заявок, тогда проверяются условия занятости мастеров 1 и 2. Если все они заняты, тогда Мастер3 может выполнять поступившие заявки типа 1 и типа 2. Для каждого мастера моделируется очередь объектами «очМастеров1 - очМастеров4».

Расчёт количества выполненных заявок по типам и видам ремонтов учитывается в секторе «Учет выполненных заявок» (рис. 6).

Рисунок 6 - Моделирование блока «Учёт выполненных заявок»

Здесь же определяется вероятность выполнения заявок по формуле

$$P_{ВыпЗаяв}^{Tuni} = N_{ВыпЗаяв}^{Tuni} / N_{ПостЗаяв}^{Tuni}, \quad (1)$$

где $P_{ВыпЗаяв}^{Tuni}$ – вероятность выполнения заявок соответствующего типа (1-4);

$N_{ВыпЗаяв}^{Tuni}$ – количество выполненных заявок соответствующего типа (1-4);

$N_{ПостЗаяв}^{Tuni}$ – количество поступивших заявок соответствующего типа (1-4).

Объектом «поТипамЗаяв» собираются заявки всех типов после работы каждого мастера. Этот объект моделирует общую базу данных предприятия (СТО), в которую вносятся данные обо всех выполненных заявках, клиентах, автомобилях, т.е. формируется клиентская база предприятия. После записи данных о выполненных работах, заявки отправляются на объект «sink1», где уничтожаются. Это действие моделирует выдачу готового автомобиля клиенту.

В секторе «Учет выполненных заявок» также рассчитывается количество видов ремонтов, выполненных по заявкам каждого типа (рис.6). Так, например, выполнено всего 26218 заявок типа 1, в том числе ремонтов: вида 11 – 13215, вида 12 – 13206 и вида 13 – 11705.

В принятую модель можно вносить изменения, связанные с количеством мастеров и диспетчеров, которые могут положительно или отрицательно повлиять на работу предприятия в целом. После внесения изменений следует повторить симуляцию принятой модели для новых условий с целью оценки эффективности тех или иных принятых решений по организации ремонтно-сервисного производства.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования показывают, что имитационная модель системы массового обслуживания в среде AnyLogic может рекомендовать наиболее рациональную организацию выполнения заявок на ремонтно-сервисные услуги в зависимости от интенсивности и случайности поступления заявок, мощностей каналов обслуживания и многоканальности системы в целом. Использование такого подхода в практике ремонтно-сервисного производства позволит значительно сократить время пребывания машин в техническом обслуживании и ремонтах и снизить затраты, связанные с потерями производительного времени техники.

1. Интегрированный логистический менеджмент на основе многокритериальной оценки технического состояния машин // Шаламова О.А., Ядрошникова Г.Г., Самойлова Е.В., Юркова Е.О. // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2018. т. 22. № 10 (141). - с. 248-256.
2. Совершенствование организации технической эксплуатации машин с использованием экспертного метода при принятии управленческих решений / Шаламова О.А., Самойлова Е.В., Юркова Е.О., Ядрошникова Г.Г. // Актуальная наука. – 2018. - № 5 (10). – с. 35 – 39.
3. Способы повышения эффективности эксплуатации транспортно-технологических комплексов с использованием имитационного моделирования / Шаламова О.А., Самойлова Е.В., Юркова Е.О., Ядрошникова Г.Г. // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2017. - № 3 (42). – с. 12 – 18.
4. Повышение эффективности эксплуатации транспортно-технологических комплексов / Шаламова О.А., Самойлова Е.В., Юркова Е.О., Ядрошникова Г.Г. // Транспортные и транспортно-технологические системы материалы международной научно-технической конференции. – Тюмень: Изд-во Тюменского индустриального университета, 2017. С. 466-470.
5. Планирование и организация производства на ремонтно-сервисном предприятии : учеб.-метод. пособие / О. А. Шаламова, Е.В. Самойлова, Е.О. Юркова, Г.Г. Ядрошникова. - Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2018. - 32 с.

6. Боев В. Д. Компьютерное моделирование: Пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования в AnyLogic7:.. — СПб.: ВАС, 2014. — 432 с.
7. Хашев, А. И. Имитационное моделирование в логистике с использованием ANYLOGIC [Текст] / А. И. Хашев // Тр. Рост. гос. ун-та путей сообщ. - 2015. - №4. - С. 124-127.
8. Ивойлов, А. А. Оптимизация производственных процессов и ресурсов эксплуатационного предприятия в среде имитационного моделирования / А. А. Ивойлов // Строит. и дорож. машины. - 2015. - №4. - С. 28-32.
9. Транспортные интеллектуальные системы = Transport intelligent systems - 2017 : сб. материалов I междунар. науч.-практ. конф. "Трансп. интеллект. системы - 2017" (TIS - 2017), Санкт-Петербург, 16-17 февр. 2017 г. / Петерб. гос. ун-т путей сообщ. Имп. Александра I ; ред.: В. В. Сапожников, Д. В. Ефанов. - СПб. : ПГУПС, 2017. - 314 с. : ил., схемы, табл. - Библиогр. в конце ст. (на рус., иностр. яз.).
10. Тимухина, Е. Н. Применение метода моделирования при решении задач, направленных на совершенствование транспортной инфраструктуры [Текст] / Е. Н. Тимухина, Е. Е. Смородинцева, А. А. Кошечев // Трансп.: наука, техника, упр. - 2015. - №1. - С. 53-55. - Библиогр.: с.55-56 .

Arslanova F.G., Kamenev E.N. Odintsov E.E.

Microplasma photoionization sensor CES as an advanced portable molecular analyzer

*Saint Petersburg Mining University
(Russia, Saint Petersburg)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-10

idsp: sciencerrussia-10-12-2019-10

Abstract

The 21st century is a time that requires new multifunctional technologies for analyzing the state of human health, both at industrial facilities and in conditions far from hazardous industries. Today, a large number of analyzers are known, that principles of operation are based on traditional physical methods usually. The scientific novelty of our study is that our photoionization sensor works due to the innovative collision electron spectroscopy (CES) method and it helps to solve a number of problems related to ensuring the health of workers in hazardous industries.

Keywords: microplasma, plasma, electron collisional spectroscopy, gas-analyzer.

Collision electron spectrography method

Research of plasma methods for analyzing of the molecular and atomic composition of substances are important both in fundamental and in applied terms due to their widespread application in scientific research and in real production conditions. The object of special interest is the development of new and updating existing principles and methods for analyzing substances from various points of view, including miniaturization, low energy consumption and adequate cost of equipment. Developments in this area are very active and have a long history, it means that search and implementation of new basic physical principles in the development of analytical tools and methods of the new generation.

The vast majority of analyzers is based on the ionization of the mixture and the analysis of the trajectory of movement of charged particles (ions and electrons) in specially created electric or magnetic fields to the detector. In this case, either the correlation of mass to charge or kinetic energy is determined, this data allows to identify the analyte, often in combination with additional analytical tools gas chromatography. However, it should be noted that in all such analyzers the impulse vector of the charged particle is determined, that imposes a strict requirement to maintain a high vacuum along the trajectory of movement. Any collision of an analytically charged particle with atoms or molecules of residual gas leads to scattering of this particle and to «dropping out of the game», or to erroneously detect at an unpredictable point of the receiver with a loss of resolution. An additional technical and methodological problem is the introduction of atoms or molecules of a sample, usually under

the atmospheric pressure, into the analyzer's area where it is necessary to maintain a high vacuum.

These circumstances lead to an increase in weight, dimensions, energy consumption and technical complexity of traditional means of determining the composition of gas mixtures, that does not allow to solve a number of important analytical problems facing modern science and technology. An important task is the creation of individual detectors (a size of several cubic centimeters) and distributed networks of gas analyzers, which will be widely in demand in energy conservation, chemical, food and bio-technologies, healthcare, meteorology, environmental management, ecology, security systems and etc. In this case, it is desirable to switch from the principle of measuring the vector of a impulse, which is critically sensitive to scattering by residual gases in the analyzer, to the methods of energy measurements using potential nature of the electric field.

In previous papers, the idea of plasma electron spectroscopy (PES) was proposed using the classical Langmuir probe method and an attempt was made to develop methods for analyzing a gas that do not require high vacuum in their implementation. However, in experimental studies, it was possible to advance to working pressures no higher than 1-3 Torr due to the fundamental limitations of probe theory. As a further advance the importance of the nonlocal nature of the formation of the electron energy distribution function and the concept of the length of the energy relaxation of electrons in a plasma detector has been shown previously. Various approaches to the detection of atoms and molecules in the form of charged particles using resonant plasma radiation were also considered in the previous time, but they also did not allow advancement into the high-pressure area of the analyzed mixture.

For this reason, the development of methods of analysis of substances based on new physical principles that will allow to overcome these difficulties is an urgent problem.

Physical installation for studying electron energy spectra in a CES microplasma detector

The electrophysical installation was developed and created with the aim of building the experimental prototype of the microplasma detector, as well as testing diagnostic methods. The installation includes a vacuum installation, a cuvette with an ionization chamber, as well as traps cooled with liquid nitrogen, cylinders with pure inert gases (helium, xenon) and gas distribution valves for preparing gas mixtures and filling the cuvette.

The chamber for ionization of the CES detector with a variable geometry, schematically is shown in Fig. 1, consists of two cylindrical electrodes 5, 6, made of steel and installed in a cuvette 8 made of molybdenum glass with a diameter of 30 mm and a length of 200 mm, mounted horizontally. The diameter of the cylindrical electrodes in the outer circle is equal to the inner diameter of the cuvette, one of the electrodes 1 is fixed in the cuvette, and the second electrode 2 can freely slide on a little friction on the cuvette so that the required distance between the electrodes can be set using an external magnet. The ends of the cylindrical electrodes,

Fig. 1. Diagram of the ionization chamber of the experimental layout of the CES detector

facing each other, had a flat shape and were perpendicular to the axis of the electrodes, thus forming a planar configuration of the CES microplasma detector. These electrodes were connected to electrical inputs 9, 10 made of molybdenum wire soldered to the ends of the cell,

and the electrode 6 was connected to the input 9 through a flexible nickel tape 11 folded in accordion, which allowed the electrode to move freely along the cell.

The vacuum installation system consisted of the following elements:

- diffusion and forevacuum pumps providing background pressure up to 10^{-7} Torr;
- a gas collector to which cylinders with test gases can be connected;
- a unit for precision gas purification, which includes a system of traps cooled by liquid nitrogen, some of which are filled with silica gel and zeolite;
- thermocouple VIT-1A and ionization VI-1 vacuum gauges;
- discharge cell.

So, the cuvette is filled with pure helium, which has additionally been purified by passing through a cryogenic trap.

The mode of operation of the discharge tube can be varied using both the flow mode (pumping speed $v \sim 1-10$ m/s) - allowing to remove from the discharge zone the products of dissociation of molecules present in the gas mixture and plasma chemistry products formed during the combustion of the discharge - and sealed off mode (without gas flow through the discharge tube).

Thus, this design of the device allows to achieve the highest possible size of current of a characteristic electron on the analyzing electrode, which allows to obtain the maximum sensitivity and well-balanced ratio of signal/noise for the gas analyzing method.

1. Mustafaev, A., Grabovskiy, A. & Soukhomlinov, V. 2018. Experimental determination of anisotropic ion velocity distribution function in intrinsic gas plasma. 45th EPS Conference on Plasma Physics, EPS 2018, 2018-July: 521-524.
2. Mustafaev, A., Sukhomlinov, V. & Ainov, M.A. 2017. Ion velocity distribution function in intrinsic gas plasma under conditions of resonance recharging as a main process. Experiment. V55, 3: 346-351.
3. Mustafaev, A.S., Yarygin, V.I., Soukhomlinov, V.S., Tsyganov, A.B. & Kaganovich, I.D. 2018. Nano-size effects in graphite/graphene structure exposed to cesium vapor. Journal of Applied Physics (124(12), 123304).
4. Smerdov, R., Mustafaev, A., Spivak, Y., Moshnikov, V. & Soukhomlinov, V. 2018. Porous silicon and graphene composite materials for novel nanoenergetic systems. Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Electrical Engineering and Photonics, EExPolytech.
5. Smerdov, R.S., Mustafaev, A.S., Soukhomlinov, V.S., Spivak, Y.M., & Moshnikov, V.A. 2019. V.A. Nanostructured porous silicon and graphene-based materials for PETE electrode synthesis. Proceedings of the 2019 IEEE: Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019 (8657196): 786-790.
6. Smerdov, R.S., Mustafaev, A.S., Spivak, Yu.M. & Moshnikov, V.A. 2018. Porous silicon and graphene-based composite nanostructures for plasma energy systems. Proceedings of the 45th EPS Conference on Plasma Physics: 921-924.

РАЗДЕЛ II. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Суслова С.А., Мамедов Э.И., Калмыкова Е.Н.

Алгоритм автоматизированного расчета степени замещения гидроксильных групп

*Липецкий государственный технический университет
(Россия, Липецк)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-11

idsp: sciencerussia-10-12-2019-11

Аннотация

В работе приведен алгоритм автоматизированного расчета степени замещения (СЗ) гидроксильных групп в полисахаридах. С помощью программного комплекса Visual Basic for Application показан расчет СЗ ИК-спектров модифицированного образца крахмала. Результаты могут быть полезны для оценки степени замещения с высокой экспрессностью, простотой и информативностью.

Ключевые слова: полисахарид, степень замещения, ИК-спектроскопия, программный комплекс

В последние годы значительное внимание исследователей различных областей естествознания уделяется модифицированным полисахаридам растений [1-3]. Одной из причин столь активного интереса к поиску новых производных биополимеров углеводной природы является возможность их использования в качестве востребованных биоматериалов для осуществления адресной доставки и контролируемого высвобождения лекарственных веществ в процессе метаболизма [4]. Такое свойство полисахаридов открывает широкие перспективы для их практического применения не только в фармацевтической, но и косметической, а также в пищевой промышленности.

При выборе методики модификации полисахаридов важным этапом является оценка степени замещения гидроксильных групп, которую в последнее время осуществляют на основе анализа интенсивности сигналов ИК-спектров.

Целью данной работы является разработка алгоритма автоматизированного расчета степени замещения гидроксильных групп исходного полисахарида при осуществлении процедуры его модификации.

В настоящее время информация о расчете степени замещения (СЗ) гидроксильных групп исходного и модифицированного образцов полисахаридов с помощью ИК-спектроскопии носит ограниченный и противоречивый характер. Так, например, при оценке степени ацетилирования целлюлозы с использованием метода титрования и квадратичного полинома [5], сообщается о таких величинах, которые находятся в диапазоне 1,86–2,94. Рассматриваемые в литературе способы определения СЗ [6] основаны на использовании большого количества трудоемких операций, реагентов и требуют длительных затрат времени.

В то время как оценка степени эффективности этерификации с использованием предлагаемого нами метода, основанного на обработке ИК-спектров, дает значения СЗ в процентах (от 1,4 до 15,6 %).

В связи с этим разработка алгоритма автоматизированного расчета степени замещения гидроксильных групп, обеспечивающая возможность быстрого метода оценки эффективности модификации отличается простотой, позволяет повысить экспрессность определения степени замещения образцов полисахарида и не требует использования дорогостоящих реагентов.

Для реализации данного алгоритма в качестве программного обеспечения будем использовать Visual Basic for Application. Главное меню программного комплекса

«Автоматизированный расчёт степени замещения гидроксильных групп» приведено на рис.1.

Исходные данные ИК–спектров импортируются в программу Microsoft Excel из текстовых файлов: *X.txt* – данные исходного образца, *Y.txt* – данные модифицированного образца.

Рисунок 1 – Главное меню программы

В программе процесс импорта данных осуществляется при нажатии на кнопки «Ввод ИК-спектр исходный» и «Ввод ИК-спектр модифицированный». Модуль программы, реализующий загрузку данных в MS Excel, представлен на рис.2.

Рисунок 2 – Фрагмент модуля импорта данных в Excel на VBA

В результате выполнения модуля программы, отвечающего за импорт данных, в столбце **A** располагаются значения координат **X** – волновое число, а в столбце **B** – координат **Y** – пропускание исходного образца.

Аналогичным образом в столбцы **C** и **D** загружаются значения координат модифицированного образца, рис.3.

	A	B	C	D	I	J	K	L	M	N	O
1	X	Y	X'	Y'	ВВОД ИК-СПЕКТР ИСХОДНЫЙ		ПОСТРОИТЬ ГРАФИК				
2	397,3361	53,567607	397,3361	57,996007							
3	401,1937	51,354423	401,1937	56,273035	ВВОД ИК-СПЕКТР МОДИФИЦИРОВАННЫЙ		РАСЧЁТ СТЕПЕНИ ЗАМЕЩЕНИЯ ГИДРОКСИЛЬНЫХ ГРУПП				
4	405,0514	50,485629	405,0514	55,799244							
5	408,909	49,492121	408,909	54,846016							
6	412,7666	48,981876	412,7666	55,104737							
7	416,6243	48,033428	416,6243	54,476025							
8	420,4819	48,921835	420,4819	54,328506							
9	424,3395	48,446552	424,3395	54,19843							
10	428,1972	48,20023	428,1972	54,147015							
11	432,0548	48,114897	432,0548	53,117327							
12	435,9124	47,417199	435,9124	52,494307							
13	439,77	47,032983	439,77	52,090649							
14	443,6277	47,781506	443,6277	52,745353							
15	447,4853	48,354039	447,4853	53,510641							
16	451,3429	49,035767	451,3429	54,277151							
17	455,2006	48,916872	455,2006	54,168909							
18	459,0582	48,866712	459,0582	54,268537							
19	462,9158	48,359344	462,9158	54,074363							
20	466,7735	47,876088	466,7735	53,70612							

Рисунок 3 – Импорт данных исходного и модифицированного образцов

Модуль, осуществляющий построение графиков исходного и модифицированного образцов, рис. 4, запускается с помощью кнопки «Построить график».

```
Private Sub CommandButton1_Click()
Columns("A:B").Select
ActiveSheet.Shapes.AddChart.Select
ActiveChart.ChartType = xlXYScatterSmoothNoMarkers
ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("РАСЧЁТ!$A:$B")
ActiveChart.Axes(xlCategory).Select
ActiveChart.Axes(xlCategory).ReversePlotOrder = True
ActiveChart.Axes(xlCategory).Crosses = xlMaximum
ActiveChart.SeriesCollection(1).Select
ActiveChart.SeriesCollection.NewSeries
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = "=РАСЧЁТ!$C$1:$C$14"
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = "=РАСЧЁТ!$C$2:$C$936"
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = "=РАСЧЁТ!$D$2:$D$936"
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = """"МОДИФИЦИРОВАННЫЙ""""
ActiveChart.SetElement (msoElementPrimaryValueAxisTitleRotated)
Selection.Caption = "ПРОПУСКАНИЕ,%"
ActiveChart.Axes(xlCategory).Select
ActiveChart.SetElement (msoElementPrimaryCategoryAxisTitleAdjacentToAxis)
Selection.Caption = "ВОЛНОВОЕ ЧИСЛО"
ActiveChart.ChartArea.Select
End Sub
```

Рисунок 4 – Фрагмент модуля импорта данных в Excel на VBA

График ИК-спектра исходного и модифицированного образцов представлен на рис.5.

Рисунок 5 – График ИК-спектра

После построения спектров для исходного и модифицированного образцов производим расчет степени замещения гидроксильных групп.

Формулы для расчета степени замещения (СЗ, %) гидроксильных групп:

$$X = \frac{B * 100\%}{A},$$

$$CЗ = 100 - X,$$

где A – снижение интенсивности полосы поглощения для исходного образца;
 B – снижение интенсивности полосы поглощения для модифицированного образца;
 $CЗ$ – степень замещения гидроксильных групп. Снижение интенсивности ОН-групп свидетельствует об их замещении.

Модуль расчёта степени замещения запускается по кнопке «РАСЧЕТ СТЕПЕНИ ЗАМЕЩЕНИЯ ГИДРОКСИЛЬНЫХ ГРУПП». Фрагмент модуля представлен на рис.6.

```
Private Sub CommandButton2_Click()

Dim Title As String
Dim x As Single, A As Single, B As Single, CZ As Single

Title = "ВЫЧИСЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАМЕЩЕНИЯ" ' Заголовок
A = Val(InputBox("ВВЕДИТЕ СНИЖЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИСХОДНОГО ОБРАЗЦА,%", Title))
B = Val(InputBox("ВВЕДИТЕ СНИЖЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ОБРАЗЦА,%", Title))
x = B * 100 / A
CZ = 100 - x
MsgBox ("СТЕПЕНЬ ЗАМЕЩЕНИЯ =" + Format(CZ, "00000"))
Sheets("РАСЧЁТ").Select
Cells(30, 12) = "СТЕПЕНЬ ЗАМЕЩЕНИЯ"
Cells(31, 12) = CZ
End Sub
```

Рисунок 6 – Фрагмент модуля расчета степени замещения на VBA

Итоговые результаты работы программного комплекса показаны на рис.7.

Рисунок 7 – Результаты работы программного комплекса

Выводы

Предложен алгоритм автоматизированной системы расчета степени замещения гидроксильных групп полисахаридов. Для реализации данного алгоритма был использован программный комплекс Visual Basic for Application.

Предлагаемый способ определения степени замещения крахмала позволяет с высокой степенью точности, экспрессности и информативности проводить оценку степени замещения модифицированных образцов полисахаридов, полученных при различных условиях модификации.

Данный программный комплекс можно применять для обработки неограниченного количества экспериментальных результатов.

1. Источник №1 Мазур, Л.М. Физико-химические процессы гелеобразования пектинов в пищевых технологиях [Текст] / Л.М. Мазур, Н.В. Симурова, Ю.В. Слива // Сахар. – 2014. – № 1. – С. 43-46.
2. Источник №2 Модифицированные крахмалы [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.foodtours.ru/toiks-669-1.html>
3. Источник №3 Пат. 2435787 Российская Федерация, МПК C08B 37/12. Способ модификации агара [Текст] / Подкорытова А.В., Игнатова Т.А., Буй М.Л., Тран Т. В. - № 2010120013/13; заявл. 20.05.2010; опубл. 10.12.2011, Бюл. № 34. – С. 1-6.
4. Источник №4 Ершова, О.В. Способы химической модификации целлюлозы с целью создания новых композиционных материалов [Текст] / О.В. Ершова, Л.В. Чупрова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – №10. – С. 359-362.
5. Источник №5 Pengfei, F. Quantitative analysis of cellulose acetate with a high degree of substitution by FTIR and its application [Text] / F. Pengfei, L. Liang, C. Bowen, J. Song // The Royal Society of Chemistry. – 2017. – V.9. – P.6194-6201.
6. Источник №6 Калинина, Л.С. Химические методы исследования синтетических смол и пластических масс [Текст] / Л.С. Калинина, Т.Н. Кастерина. – Москва: Госхимиздат, 1963. – 239 с.

Челебаев С. В., Фиалкина Н.А.

Разработка функциональной модели информационной системы учебного центра дополнительного образования

*Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина
(Россия, Рязань)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-12

idsp: sciencerrussia-10-12-2019-12

Аннотация

Рассматривается задача разработки и проектирования информационной системы учебного центра дополнительного образования. Целью статьи является разработка функциональной модели, которая позволит автоматизировать процесс регулирования образовательной деятельности с момента подачи заявки и пакета документов от слушателя до выдачи документа об образовании. Используя методологию IDEF, а также инструментальное средство BPwin, построим контекстную диаграмму, диаграмму нижнего уровня и диаграмму потоков данных для данной системы, что позволит провести всесторонний анализ процесса регулирования образовательной деятельности.

Ключевые слова: дополнительное образование; информационная система; функциональная модель.

В связи со сложившейся экономической ситуацией, у граждан появляется высокая потребность в освоении дополнительных профессиональных программ (программ повышения квалификации, программ профессиональной подготовки и

отдел и технические средства ПК являются механизмами, которые осуществляет операцию, и входят в блок снизу. Обозначение входа, выхода, управления и механизмов соединены с блоком А-0 стрелками (дугами).

Теперь осуществим декомпозицию родительской контекстной диаграммы, тем самым покажем ее содержание.

Диаграмма декомпозиции функционального блока представлена на рисунке 2. При анализе предметной области были выявлены основные этапы работы, которые необходимо выполнить для управления образовательной деятельностью.

Рисунок 2. Декомпозиция функционального блока А-0

Сотрудники учебного отдела учреждения на основании заявления потенциального слушателя принимают от него комплект документов, в соответствии с перечнем, который утвержден данной организацией. После формирования итогового списка слушателей группы оформляется приказ о зачислении на обучение.

В процессе обучения на основании списков посещений занятий, которые подаются преподавательским составом, составляется итоговый табель учета посещаемости занятий за прошедший месяц для дальнейшей передачи его в службу занятости.

Следующий этап – проведение итоговой аттестации, где оформляется протокол аттестационной комиссии. После этого издается приказ об отчислении слушателей. Здесь возможны несколько вариантов: отчисление в связи с окончанием обучения, а также отчисление за академическую неуспеваемость.

Методология проектирования баз данных предусматривает разбиение всего процесса на несколько этапов, каждый из которых, в свою очередь, состоит из нескольких уровней, одним из которых является построение диаграмм потоков данных (DFD) концептуального и логического проектирования [1]. Одна из диаграмм потоков представлена на рисунке 3.

Рисунок 3. Декомпозиция блока A2

Таким образом, в рамках данной статьи с помощью методологии IDEF была разработана функциональная модель, которая позволила структурировать и наглядно представить процесс управления образовательной деятельностью.

1. Методология функционального моделирования IDEF0 [Электронный ресурс] – URL: <http://studepedia.org/index.php?vol=1&post=41010>
2. Челебаев С.В., Фиалкина Н.А. Разработка функциональной модели информационной системы ГАУ ДПО Учебный центр МТСЗН РО // European science. 2019. №4 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-funktsionalnoy-modeli-informatsionnoy-sistemy-gau-dpo-uchebnyy-tsentr-mtszn-ro>

Шлыков А.В.

Программно-аппаратный комплекс для контроля микроклимата на основе IoT

*МИРЭА – Российский Технологический Университет
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-13

idsp: sciencerussia-10-12-2019-13

Аннотация

В данной статье рассматривается разработка системы контроля микроклимата на платформе Iskra Neo, основанной на использовании технологии интернета.

Ключевые слова: микроклимат, система контроля микроклимата, Iskra Neo, интернет вещей.

В связи с ужесточением требований к условиям производства, хранения продукции и работы персонала большую актуальность приобретает задача по мониторингу и контролю микроклимата в производственных, складских, рабочих, общественных и других помещениях. Традиционный подход к решению этой задачи с помощью портативных переносных приборов (с необходимостью регистрировать

данные вручную) в настоящее время неэффективен, а зачастую очень затруднителен с точки зрения временных затрат. Для решения этой задачи используются системы климат контроля.

Рис.1 Актуальность системы контроля микроклимата

Принцип работы системы заключается в постоянном, непрерывном автоматическом мониторинге параметров климата, температуры воздуха, влажности воздуха, наличие углекислого и горючих газов в воздухе, перепадов давления. Мониторинг ведется с помощью высокоточных измерителей.

Текущие параметры микроклимата передаются микроконтроллеру, который в свою очередь передает полученные, фактические параметры на сервер для отображения показаний. Состав системы изображен на рисунке 2. Команды, полученные от сервера, обрабатываются микроконтроллером. Микроконтроллер вырабатывает исполнительные сигналы для включения или выключения исполнительных устройств, которые непосредственно изменяют параметры микроклимата.

В работе был разработан программно-аппаратный комплекс для контроля микроклимата на основе IoT с функцией удаленного доступа к системе через сеть. Система контроля микроклимата предназначена для обеспечения помещения необходимыми микроклиматическими условиями с помощью аппаратуры: датчиков, основного микроконтроллера и реле. Функциональные возможности системы позволяют регистрировать показатели температуры, давления, влажности и углекислого газа, а также удаленно управлять реле через сеть интернет для изменения показателей микроклимата.

Данный комплекс состоит из аппаратуры:

- датчик температуры и влажности – DHT 22;
- датчик давления (барометр) – BMP280;
- датчик углекислого газа – MQ – 135;
- программируемая платформа (МК) – Iskra Neo;
- плата расширения Ethernet Shield ;
- блока питания;
- реле.

Рис. 2 Состав системы контроля микроклимата

Все компоненты коммутируются при помощи пайки. Плата расширения устанавливается на основную программируемую плату Iskra Neo безопасным способом, а именно при помощи специальных шлейфов. К плате расширения подключается через кабель Ethernet в разъем RJ45S. Питание всей системы обеспечивает блок питания, который подключается к микроконтроллеру. Датчики, плата расширения и реле питаются от основной программируемой платы. К силовой части (реле), помимо управляющих сигналов, поступающих от микроконтроллера, подводится напряжение до 230В переменного тока для управления силовых устройств, имеющие большие энергетические мощности.

Рис. 3 Принцип объединенного управления устройствами

Система климат контроля универсальна. Она позволяет объединить возможности управления несколькими устройствами. Существует возможность создания сценариев поддержания микроклимата путем настройки необходимых показателей. Автоматическое регулирование температурно-влажностного режима -

один из важных факторов снижения стоимости обслуживания помещения и повышение благоприятных условий для нахождения в этом помещении.

Система контроля микроклимата работает по алгоритму, представленному на рисунке 4. При подаче рабочего напряжения на Iskra Neo происходит начало работы. После этого происходит инициализация аналоговых и цифровых портов на вход или на выход (в зависимости от ПО). Затем производится операция по включении сервера, после которой возможно определить систему контроля микроклимата в сети Интернет. По завершении этих стадий, производится сбор, регистрирование и обработка тех данных, которые поступили от датчиков.

Рис. 4 Схема алгоритма работы системы контроля микроклимата

Данные о микроклимате помещения отправляются на сервер и периодически обновляются. Это дает возможность пользователю в режиме реального времени следить за изменениями, которые он производит. В алгоритме предусмотрены ситуации, когда данные от датчиков не получены или, когда пользователь не производит никаких действий, а просто наблюдает за показателями микроклимата. В обоих случаях система начинает повторный опрос датчиков для сбора новой информации. В том случае, если пользователь изменяет положение реле на включить или выключить, на микроконтроллер подается соответствующий сигнал об отключении или включении определенного реле.

ПО для системы контроля микроклимата создается в среде разработки Arduino IDE. Аббревиатура IDE означает интегрированную среду разработки, переведенную в интегрированную среду разработки. С помощью этой программы программисты пишут программы, и они делают это намного быстрее и удобнее, чем с помощью обычных текстовых редакторов. Интегрированная среда разработки характеризуется наличием сложной функциональности, включая редактирование и компиляцию исходного кода, создание программных ресурсов, создание баз данных.

1. Е.П. Зараменских, И.Е.Артемьев Интернет вещей. Исследования и область применения. // М.: Инфра-М, 2018. 188 с.
2. Перри Ли Архитектура интернета вещей. // М.: ДМК-Пресс, 2019. 454 с.
3. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 01.10.1996 N 21) [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/4173106/>
4. ЕН 12792:2004 Вентиляция в зданиях. Обозначения и термины. // М.: 10 с.

РАЗДЕЛ III. МАТЕМАТИКА

Бекмурзаева Р.Х., Джандарова Л.Х.

Устойчивое развитие и окружающая среда

Грозненский государственный технический университет им. ак. М.Д.

Миллионщикова

(Россия, Грозный)

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-14

idsp: sciencerussia-10-12-2019-14

Аннотация

В данной статье рассмотрены представление об особенностях природопользования, анализирующей процессы добычи, ценообразования и использования ограниченных природных ресурсов, также о роли, которую играют ограниченные природные ресурсы в экономическом развитии общества.

Ключевые слова: природно-ресурсный, устойчивое развитие, социальный, природно-техногенная, экономический, среда, рациональное природопользование.

Abstract

This article discusses the idea of nature management, which analyzes the processes of extraction, pricing and use of limited natural resources, as well as the role that limited natural resources play in the economic development of society.

Keywords: natural-resource, sustainable development, social, natural-technological, economic, environment, rational use of natural resources.

На каждом этапе анализа показателей ресурсообеспеченности экономики региона, учитывая экологический фундамент дальнейшего развития тот или иной компонент социально-экономической системы имеет возможность обмелеть, исчерпаться или дестабилизироваться трансформируясь в иное, например техногенное, состояние, что относительно регионов, находящихся в зоне влияния каких либо производств и применяющим определенные ресурсы, более правомерно говорить о ресурсообеспеченности экономики региона.

На основе воспроизведения и научного анализа опыта эколого-экономических интересов рынка Чеченской Республики, рассматриваются задачи:

- анализ состояния и использования эколого-экономических ресурсов Чеченской Республики;
- определить экономическую политику в Чеченской Республике как составляющую ресурсного обеспечения региона.

В сложившихся посткризисных в ЧР условиях необходимо реализовать комплекс мероприятий, направленный на развитие производственного потенциала региона, используя природно-ресурсный, демографический, социально-экономический потенциал и специфические преимущества.

Природно-техногенная среда – это новое образование, представляющее собой сочетание элементов природного и техногенного характера, выполняющее определенные социально-экономические функции. В данном контексте региональная инвестиционная политика демонстрирует собой формирование целевых ориентиров, обуславливающих нацеленность инвестиций и выработку инвестиционных заключений. В условиях рыночных взаимосвязей, в частности Чеченской Республики, она концентрируется в обеспечении целенаправленного стратегического развития региона и его хозяйствующих субъектов в режиме наращиваемого воспроизводства,

повышения доли индивидуальных и наружных инвестиций, а помимо этого средств акционерских скоплений в их общерегиональном объеме.

Республика - крупнейший на юге России центр добычи нефти и газа. Суммарная добыча нефти с конца XIX в. составляет 377,4 тыс. тонн. Остаточные извлекаемые запасы - 31 901 млн тонн. Запасы газового конденсата - 0,2 млн тонн, растворённого газа - 13,663 млрд куб м, свободного газа - 4,271 млрд куб. м. В данное время на территории республики находятся в эксплуатации 26 месторождений.

Чтобы проанализировать использование природных ресурсов рассмотрим индекс производства по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» и объем отгруженной продукции.

Индекс производства по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» в апреле 2018 года по сравнению с соответствующим периодом предыдущего года составил 87,1%. (рис.1)

Рисунок 1. Динамика добычи полезных ископаемых в 2017-2018 гг. в % к декабрю 2016 г.

Объем отгруженной продукции, выполненных работ (услуг) по добыче полезных ископаемых в январе - апреле 2018 года по сравнению с январем - апрелем 2017 года уменьшился на 7,6 %. (рис.2)

Рисунок 2. Динамика добычи полезных ископаемых в процентах к среднемесячному значению 2016 г.

Таким образом, чтобы сохранить возможность использования естественных производительных сил, объективно необходимо направить определенную часть общественных производительных сил на регулирование темпов их превращения в

общественные производительные силы, т.е. на охрану и воспроизводство ресурсов. Это можно весьма убедительно показать на примере основных этапов природопользования.

Экологический предел использования естественных производительных сил привел к объективной необходимости сохранения экологического равновесия с целью дальнейшего использования естественных и развития общественных производительных сил. Сегодня очевидно, что затраты общественных производительных сил на рациональное использование естественных производительных сил будут увеличиваться по мере наращивания эффекта использования непосредственно доступных, (ранее) даровых сил природы.

Экономическая оценка природных ресурсов включает в себя научное обоснование природных ресурсов, а также сочетание экономических и экологических интересов общества для рационализации их использования. До настоящего времени рациональное природопользование понималось только в экономическом смысле этого слова. Однако сейчас все чаще в понятие рационального природопользования включается экологическое начало, т.е. использование природной среды не только для удовлетворения экономических потребностей общества, но и как средство охраны окружающей среды. При эколого-экономическом анализе природно-ресурсной базы необходимо учитывать такие особенности, как ограниченность природных ресурсов, так и небеспредельные способности природы к самоочищению и саморегулированию.

Создание и осуществление комплексных проектов рационального природопользования, в отличие от проектов другой ориентации, подразумевают анализ и обоснование прогнозного состояния природоохранной ситуации вследствие исполнения программных задач в соответствии с определенными характеристиками, определяющими данную ситуацию.

Поскольку прогнозирование экологической обстановки связано с социально-эколого-экономическим и техническим прогнозом, то правомерно говорить о социально-эколого-экономическом прогнозе как о процессе, включающем взаимообусловленные одноранговые элементы единого целого [2]. Такого рода прогноз есть предвидение результатов не изолированных составляющих (социальной, экономической, экологической), а их взаимообусловленности, совокупности, сбалансированности, пропорциональности. «В связи с этим при разработке целевых комплексных программ по оздоровлению окружающей среды в локальных хозяйственных комплексах региона содержание прогноза должно быть представлено следующими блоками:

- 1) прогноз развития и размещения производительных сил на урбанизированных территориях, в городах. Этот прогноз, отвечая на вопрос, что произойдет в отраслевой структуре, динамике отраслей, сфер, элементов производственной и социальной инфраструктур, предопределяет структуру и динамику взаимосвязей в локальной системе «социально-экономическая обстановка - природная среда» с дальнейшей конкретизацией количественных и качественных показателей баланса экосистем;

- 2) демографический и социальный прогнозы призваны выявить особенности взаимосвязи и взаимообусловленности важнейших составляющих (динамики численности, структуры населения с сопутствующей динамикой потребностей и динамики процесса производства, направленного на удовлетворение потребностей);

- 3) прогноз воздействия названных взаимообусловленных составляющих процесса развития и размещения производительных сил на природный комплекс урбанизированных территорий с учетом сопредельных регионов в процессе природопользования».

Основными источниками финансирования мероприятий программ развития являются средства предприятий – природопользователей, бюджеты города, области; средства, выделяемые из федерального бюджета по отдельным целевым программам;

ресурсы целевых бюджетных экологических фондов регионов; кредиты, привлекаемые природопользователями; фонды, образуемые в рамках международных соглашений по сотрудничеству и помощи; фонд экологического страхования (на перспективу), средства специального фонда реализации программы.

В данном случае учитывается обширное формирование природоохранного предпринимательства, в отношении резерва денежного обеспечения мероприятий. Данное представление первоначально лишь относится к деятельности по применению остатков, введения новых технологий, технических средств, предложения услуг в области природопользования.

Практическая реализация концепции устойчивого развития - чрезвычайно сложная задача. Особенно тяжело происходит структурная перестройка в кризисных регионах, к числу которых относится свыше половины регионов России. Такая сложная деятельность предполагает существенные изменения в рамках переходной экономики. Первым направлением формирования стратегических основ устойчивого эколого-экономического развития можно считать развитие комплексного устойчивого природопользования. В результате организации эффективной региональной системы комплексного природопользования обеспечиваются оптимальное воспроизводство, рационально сбалансированное использование и охрана всех природных ресурсов в регионе для повышения качества жизни людей, реализации прав нынешнего и будущих поколений на природные ресурсы, благоприятную природную среду, а также для создания базы для устойчивого развития общества и природосберегающей экономики.

1. Бекмурзаева, Р. Х. Формирование региональных программ импортозамещения на основе потенциала инфраструктурных ресурсов и условий развития / Р. Х. Бекмурзаева // Вестник РГЭУ (РИНХ). – 2015. – № 3 (51).
2. Бекмурзаева, Р. Х. Реализация механизма рационального ресурсообеспечения в условиях торгово-экономических ограничений / Р. Х. Бекмурзаева, Л. Х. Джандарова // Логистика в портфеле ресурсов импортозамещающей индустриализации: антикризисные стратегии роста и развития в условиях санкционных ограничений (XI Южно-Российский логистический форум). – Ростов н/Д: ИПК РГЭУ (РИНХ), 2015. С.246-2469
3. Видяпина В. И., Степанова. Региональная экономика. Основной курс: учебник / под ред. — М.: ИНФРА-М, 2008. – 666 с.
4. Галачиева С.В. Сабанчиев А.Х. Особенности стратегии развития региональной экономики Журнал Актуальные вопросы экономических наук Выпуск № 7 / 2009

РАЗДЕЛ IV. МЕДИЦИНА

Гасымзаде Г.Ш.

Определение точной локализации места и глубины повреждения при острой черепно-мозговой травме

*Азербайджанский Государственный Институт Усовершенствования врачей
им.А.Алиева
(Азербайджан, Баку)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-15

idsp: sciencerussia-10-12-2019-15

Аннотация

Изучены результаты КТ 90 лиц с ЧМТ. Средний возраст пациентов составил $31,56 \pm 2,09$ года. Мужчин было 88,9%, женщин - 11,1%. Тяжесть ЧМТ оценена с помощью шкалы комы Глазго (ШКГ). КТ проводилась по стандартной методике в обычном режиме без контрастирования. Основными причинами ЧМТ явились дорожно-транспортные происшествия (ДТП) (60,0%) и падения (32,2%). В 43,3% случаев диагностировалась легкая степень ЧМТ, средний балл ШКГ (Шкала Комы Глазго) - $13,14 \pm 0,84$. Средняя степень ЧМТ отмечалась в 44,4% случаев, средний балл - $9,2 \pm 1,28$ и тяжелая степень ЧМТ - в 12,2% случаев, средний балл - $6,36 \pm 1,27$. Смешанные поражения имеют более низкий показатель ШКГ ($9,78 \pm 1,65$), чем одиночные поражения ($12,89 \pm 1,24$). Наиболее низкие величины ШКГ имеют смешанные поражения в сочетании с переломами ($6,42 \pm 1,03$).

Ключевые слова: черепно-мозговая травма, дорожно-транспортные происшествия, компьютерная томография, шкала комы Глазго

Компьютерная томография (КТ) идеально подходит для немедленной диагностики патологического процесса у пациентов после травмы. Это широкодоступный и быстрый метод, позволяет осуществить тщательный мониторинг нестабильных состояний у пациентов, а также очень чувствительный при обнаружении острых гематом и депрессивных переломов которые требуют экстренного хирургического вмешательства [1,2].

Вместе с тем отмечается, что при черепно-мозговой травме нередки и диагностические ошибки, которые в среднем могут составить 25-30% [3], что еще раз подтверждает сложность своевременного и тщательного диагностирования тяжести и характера повреждений. Противоречия в диагностике чаще встречаются при ЧМТ легкой степени, которая, по данным различных исследований, в структуре всех ЧМТ составляет 85-90% случаев [4].

Цель - анализ результатов компьютерной томографии у пациентов с острой черепно-мозговой травмой и выявление взаимосвязи с показателями шкалы комы Глазго.

Материал и методы исследования. С 2014 по 2016 гг. изучены результаты КТ 90 лиц с ЧМТ. Возраст пострадавших колебался в пределах от 20 до 50 лет, средний возраст составил $31,56 \pm 2,09$ года. Мужчин было 80 (88,9%), женщин - 10 (11,1%).

Критериями включения в исследование явились: пострадавшие всех возрастных групп с ЧМТ независимо от пола, которым была проведена КТ; пациенты с оценкой по шкале комы Глазго (ШКГ) менее 15. У 54 (60,0%) пострадавших причиной ЧМТ послужило ДТП, у 29 (32,2%) - падение, у 6 (6,7%) - спортивная травма и у 1 (1,1%) - криминальная травма.

Проведено обследование пациентов, при этом учитывались пол, возраст пострадавшего, механизм травмы, ее тяжесть. После первоначальной помощи тяжесть ЧМТ оценена с помощью шкалы комы Глазго (ШКГ). По шкале комы Глазго тяжесть нарушения определяется следующими баллами: нормальное состояние – 15 баллов, легкое нарушение – 12-14 баллов, среднее нарушение – 8-11 баллов, тяжелое нарушение – < 7 баллов. Основным показателем для оценки тяжести ЧМТ по ШКГ являлось угнетение уровня бодрствования.

Выполнялись нативные компьютерно-томографические исследования на компьютерном томографе Aquilion 16 Model TSX -101A фирмы Toshiba (Япония). Исследования проводились при поступлении. На томограммах оценивали состояние костей черепа, мягких тканей головы, эпидуральных, субдуральных, субарахноидальных пространств и желудочковой системы. Полученные данные сопоставляли с результатами осмотра, традиционного рентгенологического исследования черепа и неврологического статуса. На томограммах оценены основные характеристики ЧМТ – целостность костей черепа (наличие или отсутствие переломов), показатели плотности вещества головного мозга, состояние желудочковой системы головного мозга, наличие и характеристики внутричерепных кровоизлияний, локализация очага ушиба головного мозга относительно сагиттальной плоскости.

Результаты исследований и их обсуждение. Частота ушибов составила 33,3%. Достаточно высокий процент составили переломы – 28,9%. У 23 (25,6%) пострадавших одновременно отмечались различные сочетания видов ЧМТ: ушиб и сдавление гематомой (10), ушиб и субарахноидальное кровоизлияние (4), диффузное аксональное повреждение и ушиб (6), ушиб головного мозга со сдавлением гематомой и субарахноидальным кровоизлиянием (3).

Исследования показали, что у лиц с ЧМТ в результате ДТП (n=54) наиболее часто отмечались ушибы – у 26 (48,1%) пострадавших и сотрясение – у 15 (27,8%). У лиц, получивших ЧМТ в результате падения (n=29), чаще отмечались переломы – у 16 (55,2%) и смешанные повреждения – 11 (37,9%).

Ушибы (n=30) (контузии) и сотрясения (n=33) легкой степени выявлялись соответственно у 13 (43,3%) и 26 (78,8%) пациентов, средней степени – у 15 (50,0%) и 6 (18,2%) и тяжелой степени у 2 (6,7%) и 1 (3,03%) пострадавшего. Линейные переломы диагностированы у 26 (28,80%) пациентов.

У 39 (43,3%) диагностировалась легкая степень ЧМТ, т.е. баллы по ШКГ колебались в диапазоне от 12 до 14 баллов (средний балл – $13,14 \pm 0,84$). Средняя степень ЧМТ отмечалась у 40 (44,4%) больных, показатели по ШКГ варьировались от 8 до 11 баллов (средний балл – $9,2 \pm 1,28$) и тяжелая степень ЧМТ – у 11 (12,2%), у которых показатели по ШКГ колебались в интервале от 7 до 5 баллов (средний балл – $6,36 \pm 1,27$).

Основными причинами ЧМТ явились ДТП (60,0%) и падения (32,2%). Следует отметить, что многие исследователи также отмечают, что ДТП и падения являются основными механизмами получения ЧМТ [7,9,11,12]. По данным нашего исследования наиболее частыми были сотрясения у 33 пациентов и ушибы – у 30 пациентов. У 26 пострадавших произошли линейные переломы.

Пострадавшие, имеющие смешанные повреждения и переломы имели низкий уровень баллов по шкале комы Глазго, по сравнению с пациентами у которых диагностировалось одно поражение и перелом. Следовательно, чем тяжелее ЧМТ, тем больше снижен уровень баллов по ШКГ. Классификация тяжести черепно-мозговых травм как легкие, умеренные или тяжелые, осуществляется по данным баллов ШКГ.

У пациентов со смешанной травмой средний балл по ШКГ составил $9,78 \pm 1,65$, со смешанной травмой с переломами – $6,42 \pm 1,03$, с одиночной травмой – $12,89 \pm 1,84$, с одиночной травмой с переломом – $7,35 \pm 1,46$.

Таким образом, КТ является одним из наиболее важных методов для определения точной локализации места и глубины повреждения при острой ЧМТ.

1. Китаев В.М., Китаев С.В. Лучевая диагностика заболеваний головного мозга. Москва: МЕДпресс-информ. 2015. 136 с.
2. Hans P., Mehrotra A., Kumar P., Agarwal M. et al. Role of Computerized Tomography as Prime Imaging Modality in the Evaluation of Traumatic Brain Injury // Int J AdvInteg Med Sci. 2017. vol.2(1). p.17-23.
3. Киндаров З.Б., Идалов М.М., Умаров Р.М. и др. Сочетанная черепно-мозговая травма в Чеченской Республике: эпидемиология и исходы / Матер. Всерос. науч. практ. конф. «Поленовские чтения». СПб. 2007.- с. 37-38.
4. Пономарева Е.Н., Сорокин А.А., Николайчик И.Р., Рухлядев И.С. и др. Легкая черепно-мозговая травма: структура и причины диагностических ошибок // Медицинские новости. 2011. №7. с.54-57.

Каменева И.Ю., Дуянова О.П., Краснобаева Е.Н.

Современные подходы к выбору терапии миомы матки

*ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
(Россия, Орёл)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-16

idsp: sciencerrussia-10-12-2019-16

Аннотация

По статистике миома занимает 2-е место среди гинекологических заболеваний после воспаления, но 1-е среди опухолей. Целью нашего исследования является определение частоты проведения операционных манипуляций по поводу миомы матки с выбором наиболее оптимальной для женщины, а также изучение наиболее современных и эффективных препаратов лекарственной терапии. Считается, что примерно 30-35% женщин страдают этим заболеванием. Частота этого заболевания, к сожалению, растет. В Соединенных Штатах Америки ежегодно примерно 200 тысяч гистерэктомий, то есть удалений матки, происходит в связи с миомами [7].

Ключевые слова: миома матки, улипристал ацетат, гистерэктомия, консервативная миомэктомия

Миома матки – это доброкачественная, хорошо отграниченная, капсулированная опухоль, образующаяся из мышечной и соединительной ткани матки [1, 8]. Причины развития миомы матки все еще остаются до конца неизученными, но существуют факторы риска, которые предрасполагают к возникновению доброкачественной опухоли матки: женский возраст, гормональный дисбаланс (нарушение уровня стероидных гормонов), наследственная предрасположенность, избыточная масса тела, нарушения менструального цикла, хронические гинекологические и экстрагенитальные (не связанные с половой системой) заболевания, аборты и выскабливания матки, синдром поликистозных яичников, поздняя беременность [7].

Особенности лечения заболевания зависят от многих факторов [10, 7]:

1. Возраст пациентки. Тактика борьбы с заболеванием у молодой женщины и женщины старшего возраста отличаются. В репродуктивном возрасте важно сохранить детородный орган, репродуктивную функцию женщины, сохранить шанс на рождение ребенка. В старшем возрасте заболеванию нередко сопутствуют различные осложнения, что становится показанием к хирургической операции, в некоторых случаях экстирпации матки.
2. Размер доброкачественного образования. Метод лечения выбирают в зависимости от локализации и размера миомы. [5] Согласно рекомендациям Европейского Общества Репродукции Человека

(ESHRE), небольшими следует считать миомы до 5 см, большими - миомы более 5 см. [2] Опухолеподобные образования, которые растут на внешней стороне стенки матки, удаляют с помощью лапароскопической и лапаротомической операции, учитывается размер образования. Образование, достигшее больших размеров, деформирующее орган удаляют с помощью лапаротомического метода. Опухолеподобные образования различных размеров по показаниям удаляют с помощью органосохраняющих методик, в том числе малоинвазивных.

3. Осложнения при миоме. Заболевание очень часто сопровождается кровотечениями, анемией, снижением работоспособности. Опасность представляет субсерозная миома на ножке. Лечение такого типа узла не откладывают – ножка новообразования может перекрутиться, нарушится кровообращение узла, начнется некроз тканей, воспалительный процесс может захватить органы и ткани брюшной полости. Обильное кровотечение, некроз или разрыв новообразования – это показатели для оказания срочной хирургической помощи. Стоит ещё отметить такие важные осложнения миомы матки, как «рождение», некроз, нагноение миоматозного узла, перекрут ножки узла, разрыв капсулы и сосудов узла, злокачественное перерождение [4].

Существуют различные методы лечения миомы матки – это лечение миомы негормональными средствами, гормональная терапия, безоперационное лечение миомы матки, хирургическое вмешательство, к которому относится [5, 11]:

1. Гистерэктомия — радикальный метод лечения, который включает в себя удаление матки. Это одна из самых распространенных гинекологических операций в мире. По данным экспертов, к ней прибегают примерно в 38% случаев лечения миом в России. Удаление матки является самым грубым способом медицинского вмешательства с длительным периодом реабилитации по причине того, что гистерэктомия не позволяет сохранить детородную функцию [5, 11].
2. Миомэктомия — хирургическое удаление только миоматозных узлов. Такого рода вмешательство является менее травматичным и имеет ряд, в свою очередь, преимуществ перед гистерэктомией, а именно более короткий период реабилитации и сохранение детородной функции. Недостатки данного метода лечения сводятся к риску возникновения рецидива и необходимости проведения повторных операций. Представленный вид лечения подходит не во всех случаях и часто зависит от расположения миомы. [5]
3. Эмболизация маточных артерий является одним из современных способов лечения, принцип которого строится на основании прекращения кровотока по маточным артериям. Процедура проводится под местной анестезией и является пункцией бедренной артерии, при которой закупориваются узлы миомы. Этот метод лечения обладает рядом недостатков, в том числе риском возникновения рецидива. [11]
4. ФУЗ-абляция (абляция с помощью высокоинтенсивного фокусированного ультразвука) под контролем МРТ — перспективный способ лечения, который основан на воздействии высокоинтенсивным фокусированным ультразвуком, в результате которого происходит некроз тканей миомы. Процедура бесконтактна, проводится под контролем магнитно-резонансной томографии с целью наблюдения врача за состоянием тканей, которые подвергаются нагреву в режиме

реального времени. Преимущество заключается в том, что это неинвазивное и полностью безболезненное лечение, не требующее наркоза и периода реабилитации. В настоящее время метод ФУЗ-абляции является доступным и дает шанс женщинам сохранить репродуктивную функцию [5].

Таблица 1

*Частота операционных манипуляций по поводу миомы матки за 2014-2017гг.
(проценты – по отношению ко всем пролеченным гинекологическим больным)*

Год	Ампутация матки	Лапароскопически	Экстирпация
2014	70 пациенток (5,7%)	7 пациенток (0,6%)	7 пациенток (0,6%)
2015	48 пациенток (3,6%)	2 пациенток (0,2%)	43 пациенток (3,3%)
2016	34 пациенток (4,7%)	11 пациенток (1,5%)	51 пациенток (7,1%)
2017	46 пациенток (6,4%)	33 пациенток (4,6%)	58 пациенток (8,1%)

Исходя из таблицы 1, можно проследить, что данная патология не имеет тенденции к снижению. Это ещё раз подтверждает актуальность этого заболевания и актуальность подходов к лечению.

Из новых медикаментозных средств следует обратить внимание на улипристала ацетат – селективный модулятор рецепторов прогестерона, который в связи с химическими изоформами влияет на размер миоматозного узла (уменьшает), не оказывая при этом побочных гипострогеновых эффектов [10, 9]. Большое положительное значение имеет остановка кровотечения, что особенно важно при анемии в связи с менометроррагией. У пациенток с лейомиомами матки доказана эффективность улипристала ацетата в плане уменьшения размеров миоматозных узлов и в контроле маточных кровотечений. Лечение улипристала ацетатом приводит к снижению появлений менометроррагий и нередко аменорея уже в течение первых 7—10 дней терапии. Возобновление нормального менструального цикла происходит, как правило, в течение 4 недель после завершения курса лечения. Прекращение маточных кровотечений отмечено более чем у 90% больных с лейомиомой матки, при этом аменорея (до 82% больных) развивалась быстрее, чем при лечении аГн-РГ (соответственно на 7-е и 21-е сутки). Это способствовало скорейшему восстановлению показателей уровней гемоглобина и железа в крови, что особенно важно в предоперационной подготовке этого контингента больных. [10, 9]

Прогестагены относят к стероидным гормонам. [7] Их биологические эффекты обусловлены взаимодействием со стероидными рецепторами. Прогестагены оказывают как центральное действие, блокируя гипоталамо-гипофизарно-яичниковую ось, уменьшая при этом секрецию стероидных гормонов яичниками, так и непосредственное влияние на эндометрий, вызывая его децидуализацию и секреторную трансформацию эпителиальных клеток, приводя, в конечном счете, к его атрофии при использовании в непрерывном режиме. Прогестагены активируют фермент 17 β -гидростероид-дегидрогеназу типа 2, преобразующий эстрадиол в менее активный эстрон. Прогестагены оказывают ингибирующее влияние на синтез простагландина Е2. Непосредственная внутриматочная доставка прогестагенов — широко применяемый удобный метод, обеспечивающий высокую комплаентность и позволяющий избежать эффекта первичного прохождения стероида через печень. [7]

Агонисты гонадотропин — рилизинг гормона (аГн-РГ) [6, 12]. Лейпролида ацетат (аГн-РГ) был одобрен FDA в 1999 г. как медикаментозное средство первой линии для лечения миомы матки. Такие же показания зарегистрированы в Европе и

России у аГн-РГ трипторелина и гозерелина. аГн-РГ являются эффективным средством для уменьшения размера миомы (около 50% от их первоначального объема). [6, 12]

Таким образом, наши данные указывают на высокий процент радикальных операций при миоме матки. Ранняя диагностика и своевременно начатое консервативное лечение миомы матки позволяет снизить частоту оперативного лечения этого заболевания и сохранить репродуктивную функцию женщины.

1. Гинекология: Учебник под ред. Г.М.Савельевой, В.Г.Бреусенко. - ГЭОТАР-МЕД, 2007. - С.480.
2. Егорова О.В., Бермишева М.А., Хуснутдинова Э.К., Глебова Н.Н. Современные представления о молекулярно-генетических основах миомы. Генетика.2007;6:10:11-15.
3. Кондриков Н.И. Патология матки (иллюстрированное руководство). М. Практическая медицина, 2008. - С.344.
4. Краснопольский В.И., Буянова С.Н., Щукина Н.А., Попов А.А.: Оперативная гинекология (3-е издание). Издательство МЕДпресс-информ, 2013. – с. 98, с. 279.
5. Кулаков В.И., Шилова М.Н. Применение а-ГнРГ для лечения миомы матки. Акушерство и гинекология. 1998; 6:3-6.
6. Кулаков В. И. Рациональная фармакотерапия в акушерстве и гинекологии. Издательство Литтерра, Москва 2005.
7. Курбанова М.Х., Королева А.Г. Генетический анализ структуры предрасположения к миоме матки. Распространенность и заболеваемость. // Генетика. - 1989 - N 6. - С.1122-1124.
8. Миома матки. Под ред. Сидоровой И.С. Москва. МИА. - 2002. - С.256.
9. Национальное руководство. Гинекология. Под ред. В.И.Кулакова, И. Б. Манухина, Г.М. Савельевой - М.: ГЭОТАР-Медиа. - 2011. - С.1088.
10. Сидорова И.С., Коган Е.А., Унанян А.Л. / Глава 4. Миома матки (современные проблемы этиологии, патогенеза, диагностики и лечения) под ред. Сидоровой И.С. - М.: МИА. - 2002. - С.113-127.
11. Тихомиров А.Л., Лубнин Д.М. Миома матки. - М.: МИА. - 2006. - С.176.

Краснобаева Е.Н., Дуянова О.П., Каменева И.Ю.

Динамика количества родов, осложненных аномалиями сократительной деятельности в г.Орёл и Орловской области

*ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
(Россия, Орёл)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-17

idsp: sciencerussia-10-12-2019-17

Аннотация

В данной работе рассмотрены основные разновидности аномалий сократительной деятельности матки в родах, их клинические проявления, основы тактики ведения родов, произведен анализ частоты данной патологии в г. Орёл и Орловской области.

Ключевые слова: аномалии родовой деятельности, патологический прелиминарный период, слабость родовой деятельности, дискоординация, гексопреналин, динопрост, раскрытие маточного зева, профилактика.

Нарушения сократительной деятельности матки в родах являются важным разделом в акушерстве во все времена, в силу того, что их нерациональная коррекция может приводить тяжелым последствиям как для матери- родовой травматизм, кровотечения, нарушение выделения последа, эмболия околоплодными водами, так и для плода-травматизация, кефалогематома, гипоксия. Частота встречаемости в Европе и РФ, примерно, одинаковая и составляет около 10-20% от общего количества родов, при этом, половиной случаев аномалий родовой деятельности служит ее слабость.

Следует отметить, что патология сократительной деятельности матки часто служит причиной экстренного кесарева сечения.

Выделяют следующие разновидности аномалий родовой деятельности:

1) Патологический прелиминарный период, при котором возникает спазм матки, сокращения беспорядочные, разрозненные, существенно отличаются по частоте, степени интенсивности, временному интервалу, что приводит к выраженному болевому синдрому внизу живота, который длится более 6 часов, что является одним из критериев постановки диагноза. Плод является доношенным, но матка биологически не готова, шейка незрелая. Основную группу риска по данной патологии составляют женщины старшего возраста, юные первобеременные, пациентки эндокринологического профиля, пациентки с хроническим эндометритом, часто испытывающие психоэмоциональное перенапряжение. Лечение направлено на:

- коррекцию сократительной активности матки токолитическими препаратами (гинипрал) и антагонистами кальция) до достижения оптимальной готовности шейки матки к родам;
- стабилизацию психического состояния - настойка пустырника, валерианы;
- регуляцию суточного ритма сна и отдыха (медикаментозный сон в ночное время суток или при утомлении беременной);
- подготовку шейки матки с помощью простагландинов- динопростон, осмотических расширителей – дилапан S, мифепристона 200 мг перорально с интервалом 6 часов.

2) Слабость сократительной деятельности- выделяют первичную, возникает в начале периода раскрытия, которая обусловлена снижением сократительной способности матки, что проявляется схватками частота которых не превышает более двух за 10 мин, амплитуда сокращений менее 28 мм. рт.ст., раскрытие шейки матки происходит со скоростью медленнее 1см/час. Но следует отметить, что схватки при этом регулярные и координированные.

В состав лечебных мероприятий входят: амниотомия (по показаниям – плоский пузырь или многоводие); в ночные часы, при выраженном истощении роженицы, возможно применение акушерского наркоза, отдых может привести к нормализации сократительной способности матки и отсутствию необходимости медикаментозной коррекции. Широкое применение получил динопрост, но использование препарата ограничено у пациенток с бронхиальной астмой, артериальной гипертонией. При отсутствии эффекта, возможен переход тактики в сторону экстренного кесарева сечения. Вторичная слабость родовой деятельности - более редкое явление, возникает в конце первого периода и в периоде изгнания, на фоне предшествующей до этого удовлетворительной сократительной деятельности матки. Схватки имеют менее длительный характер, снижается их частота и сила. Медикаментозно также применяем простагландины - динопрост, возможно его комбинирование с окситоцитом, уже давно применяемым лекарственным средством в акушерстве, но следует учитывать, что он актуален при раскрытии шейки более 7 см. Окситоцин можно применять только при вскрытом плодном пузыре. В случае низкой эффективности, гипоксии плода - наложение акушерских щипцов, эпизиотомия. В раннем послеродовом периоде- утеротоники. Слабость сократительной деятельности требует постоянного контроля с помощью КТГ, для оценки эффективности её коррекции и показателей жизнедеятельности плода.

3) Чрезмерно сильная родовая деятельность - патология при которой происходит усиление схваток и потуг, за счет высокого тонуса матки. Основными характеристиками данного состояния являются: сила схваток не менее 50 мм.рт.ст., интервал между ними меньше 2 мин, роженица психоэмоционально перевозбуждена,

увеличивается ЧДД, АД, пульс, температура, иногда возникает чувство тошноты и рвота. Данный вид аномалии родовой деятельности сопряжен тяжелыми последствиями для плода- кефалогематомы, перелом ключицы, кровоизлияние в мозг, нарушение плацентарного кровотока и, как следствие, гипоксии. Для матери последствиями являются родовой травматизм, ПОНРП, кровотечения. Для коррекции стремительной сократительной деятельности, роженице рекомендовано принять положение на боку, расположенному на стороне, которая находится напротив спинки плода, находиться в вертикальном положении пациентке запрещено. На современном этапе, из медикаментозных средств внимания заслужил β -агонист- гексопреналин, у пациенток с бронхиальной астмой, во избежание побочных действий применяем антагонисты кальция, при хорошей эффективности гексопреналина, возможен переход на спазмолитики. 4)Дискоординированная родовая деятельность-представляет собой нарушение распространения возбуждения матки в родах, которое в норме происходит согласно правилу тройного нисходящего градиента, разные отделы матки сокращаются неравномерно, возможны следующие варианты: смещение доминанты из верхнего сегмента в нижний, отсутствие расслабления шейки при сократительной деятельности в теле матки, тетанус матки. Основой тактики ведения является применение β -агониста- гексопреналина болюсно, если меры эффективны, переход на капельное введение, возможно применение эпидуральной анестезии, но обязательным условием должно быть раскрытие маточного зева 4 и более см. При отсутствии эффекта, осложненном акушерско-гинекологическом анамнезе, у старородящих предпочтительно проведение операции кесарева сечения.

Нами было проведено исследование, целью которого являлось изучить, проследить динамику аномалий сократительной деятельности матки и оценить эффективность профилактических мероприятий во всех родовспомогательных учреждениях города Орла и Орловской области. Материалами послужили данные медицинских карт.

Результаты исследования: В 2016 году на 1000 родов в стационаре, приходилось 63,4 промили нарушений родовой деятельности, из них слабость родовой деятельности составила 25,8 ; чрезмерно сильная родовая деятельность 10,2; дискоординация родовой деятельности 24,6. В 2017 году на 1000 родов в стационаре, приходилось 58,4 промили нарушений родовой деятельности, из них слабость родовой деятельности составила 29,8; чрезмерно сильная родовая деятельность 7,5; дискоординация родовой деятельности 21,4. В 2018 году на 1000 родов, приходилось 49,0 промили нарушений родовой деятельности, из них слабость родовой деятельности составила 22,9; чрезмерно сильная родовая деятельность 4,5; дискоординация родовой деятельности 21,6.

Таким образом, имеется динамика снижения частоты нарушений сократительной деятельности матки в родах, с 2016 по 2018 данный показатель стал ниже на 14,4 на 1000 родов, что является прогрессом в данной области. Положительную динамику можно связать с увеличением профилактических мероприятий на этапе женских консультаций

Аномалии сократительной деятельности матки могут повлечь за собой тяжелые последствия, но имеется тенденция к существенному снижению частоты данных состояний в г. Орёл и Орловской области. Достичь данных показателей удалось путём комплексного взаимодействия и проведения профилактических мероприятий на амбулаторном этапе и рациональной тактике ведения пациенток в стационарах. В профилактике, основополагающее значение имеет определение групп риска, постановка на учет на сроке до 12 недель беременности, прегравидарная подготовка, лечение хронических заболеваний репродуктивной системы, соматической патологии,

оценка течения беременности, определение показаний для проведения кесарева сечения.

1. Персианинов Л.С. Методы изучения сократительной деятельности матки в родах / Л.С. Персианинов, С.Н. Давыдов, Е.А. Чернуха, Ю.М. Караш. // Вопросы охраны материнства и детства. 2002. - №5. - С.51-57.
2. Савельева, Г.М. Акушерство. Национальное руководство / Г.М. Савельева, Г.Т. Сухих, В.Н. Серов. — 2-е издание перераб. и доп. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. — 1743с.
3. Стрижова, Н.В. Аномалии родовой деятельности / Н.В. Стрижова, А.Д. Подтетенев. — Отдельное издание. — Москва: Медицинское информационное агентство, 2006. — 128с.

Краснобаева Е.Н., Пантюхин Д.В., Мошкин А.С.

Аномалии развития матки и аплазия почки в аспекте комплексного взаимодействия врачей акушеров-гинекологов и урологов

*ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
(Россия, Орёл)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-18

idsp: sciencerussia-10-12-2019-18

Аннотация

В статье рассмотрены аномалии развития репродуктивной и мочевыделительной систем на основе клинических случаев и данных литературы, произведен анализ современных данных о подходах лечения и диагностики заболеваний ассоциированных с аномалиями развития.

Ключевые слова: аплазия, агенезия, ультразвуковое исследование, единственная почка, рудиментарный рог.

Аномалии развития мочеполовой системы имеют колоссальное значение в практике врачей акушеров-гинекологов и урологов, и, зачастую требуют комплексного взаимодействия и междисциплинарного подхода. В данной работе описаны аномалии развития репродуктивной системы, так и мочевыделительного аппарата, в частности - аплазия почки, которая часто бывает совмещена с аномалиями развития матки, рассмотрены клинические случаи как патологии отдельных систем и их сочетание.

Аномалии развития матки развиваются в эмбриональном периоде развития человека, патология проявляется разницей показателей нормы размера, формы и пропорций органа. Такая патология часто сопутствует и идет в комплексе с отклонением от нормы в развитии органов половой и мочеиспускательной системы у девушек, так например, наблюдаются пороки в развитии влагалища, почек и фаллопиевых труб. Патология приводит к нарушению менструального цикла, служит угрозой прерывания беременности, увеличивается риск аномалий родовой деятельности, а также может идти речь, как об одной из причин женского бесплодия.

Аномалии в развитии матки иногда могут клинически не проявляться. Отклонение от нормы можно увидеть при осмотре врачом акушером-гинекологом и проведении УЗ скрининга. Различают следующие виды аномалии развития матки:

- 1) Агенезия – патология в развитии, при которой полностью отсутствует данный орган. Встречается крайне редко, как правило, диагностируется в случае летальных исходов с множеством других аномалий органов.
- 2) Однорогая матка – патология в развитии, при котором один мюллеров сосуд развивается в пределах нормы, а второй вступает в стадию замедления роста, что приводит к одностороннему формированию органа. Выделяют несколько видов аномалий, их различают по наличию рудиментарного рога матки и полости в нем, которая может быть как

изолированной, так и сообщаться с полостью матки. Такая патология сопутствует нарушениям мочеиспускательного аппарата в организме человека.

- 3) Двурога́я матка – патология в развитии, при которой происходит сращивание медиальных частей двух мюллеровых каналов. Топографически присутствует шейка матки и две частичные полости, которые соединяются с нормальным влагалищем или с патологически разделенной перегородкой на две части.
- 4) Седловидная матка – патология в развитии, при которой наблюдается седловидное углубление на поверхности дна матки. Орган может разделяться полностью или частично внутриматочной перегородкой. Является самым частым проявлением в аномалии развития матки.
- 5) Удвоение матки и влагалища – патология в развитии, при которых наблюдается дупликация органов половой системы у женщин. Патология проявляется в кратном увеличении количества матки и влагалища, также есть вариант дупликации двух маток при общем влагалище. В процессе развития органы могут срастаться друг с другом и клиническая картина окончательного варианта может иметь несколько вариантов: в одном случае можно наблюдать удвоенные полноценные органы, а в другом, это неравномерное развитие аномальных пар.
- 6) Гипоплазия матки – патология в развитии, при котором происходит изменения в размерах органа, это может быть чрезмерное пропорциональное уменьшение тела матки и шейки, так и относительное, когда тело уменьшено по отношению к шейке и наоборот. Такая патология ведет к нарушению нормальному топографическому положению матки в организме. Выделяют три вида аномалии в развитии: гипопластическая, инфантильная и рудиментарная матки. Классификация вида зависит по соотношению размеров матки и шейки матки.

Существует множество вариантов развития мочевыделительной системы, в контексте данной работы, рассмотрим аплазию почек.

Аплазия почки — патология развития мочеполового аппарата человека, характеризующаяся отсутствием полноценной почки, при полном развитии мочеточника. Наиболее распространен вариант с отсутствием одной почки. Двустороннее поражение встречается, достаточно, редко вследствие того что данная патология приводит к антенатальной гибели плода, несовместимости с жизнью в первые часы после рождения.

Классификация

- 1) Односторонняя
 - 1.1. С наличием мочеточника – возможно у лиц обоих полов.
 - 1.2. С отсутствием мочеточника - наиболее часто встречается у девочек, при этом наблюдается сопутствующая патология развития репродуктивной системы.
- 2) Двусторонняя - редуцированы обе почки с сопутствующими артериями и мочеточниками.

Возможен такой вариант аномалии, при котором, отсутствует не только почка, но и мочеточник, данный вид патологии относят к агенезии.

Эпидемиология

По данным ультразвукового исследования, которое было проведено детям школьного возраста, выявлено, что аплазия почки имеет частоту 1 на 1000 человек.

Этиология

На данный момент основным факторами является генетическая предрасположенность, осложненный акушерский анамнез, воздействие на плод таких факторов как: употребление алкоголя, наркотических веществ, табакокурение, вирусные инфекции, нарушение эндокринной системы, бесконтрольное применение медикаментов, инфекции передающиеся половым путем. Наибольшее неблагоприятное влияние факторов, оказывается в первом триместре беременности.

Клинические проявления

Иногда возможно отсутствие симптоматики, патология обнаруживается при возникновении проявлений заболеваний функционирующей почки. Характерны признаки интоксикации, отеки, которые начинаются с тканей лица, постепенно спускаются вниз, рвота, отсутствие аппетита, нарушение мочеиспускания, изменение количества выделяемой мочи, боль в поясничной области, которая связана с разрастанием зачаточной фиброзной ткани и ущемлением нервных окончаний. У женщин заболевание может проявляться бесплодием из-за того что аплазия почки часто сопряжена с аномалиями развития матки, яичников, влагалища.

Осложнения

Гиперплазия здоровой почки, возникновение инфекционных процессов в мочеполовой системе, чаще всего пиелонефрита, симптоматическая артериальная гипертензия, образование конкрементов, гидронефроз, почечная недостаточность, бесплодие.

Методы диагностики

Рентгенологически: отсутствие проведения контраста, из-за отсутствия самой почки, в исключительных ситуациях, на месте отсутствующей почки наблюдается наличие кист с обызвествлёнными стенками. Воздух, который введен в забрюшинную полость, обеспечивает объективный обзор на томографических исследованиях и при правильной подготовке кишечника просматривается аплазированная почка в виде комочка небольших размеров. По результатам исследования аортографии сосудов, которые должны быть направлены к месту отсутствию почки, артерии не выявляются.

Ультразвуковое исследование: является ключевым методом диагностики для подтверждения диагноза. Редукцию органа можно увидеть на плановом диагностическом осмотре или при исследовании по поводу жалоб на состояние здоровья мочеполового аппарата. При обнаружении патологии, диагностируют целостность и нормальную физиологию других органов.

Наиболее частое обнаружение данной патологии является случайным при диагностическом обследовании иного заболевания, например при неуправляемой артериальной гипертензии, или нефропатологии, или в ходе диспансеризации. Лишь малая часть пациентов, имеющих диагноз единственной почки, становятся на диспансерный учет к урологу или нефрологу. Редкость такой патологии может говорить, о скрыто проходящей клинической картины для аплазии почки и сложности диагностирования.

Редуцированная левая почка встречается редко, как и правая. Эта патология связана, прежде всего, с аномалиями мочеполового аппарата человека. Так болезнь может свидетельствовать о патологии ближайших органов мочеполовой системы, это могут быть мочевой пузырь или половые органы.

У пациентов мужского пола аплазия может обнаружиться вместе с сопутствующими заболеваниями, такие как:

- 1) аплазия предстательной железы
- 2) аплазия яичка
- 3) аплазия семявыводящего протока.

У женщин возможны патологии следующих органов:

- 1) Редуцированы придатки матки
- 2) Отклонение о нормы в развитии мочеочника

- 3) Аплазия матки
- 4) Патология в развитии влагалища

В строении почки, имеющей патологию в развитии, отсутствуют ножки, а также отсутствует физиологическая функция лоханки. Часто аплазия левой или правой почки в научно-клинической практике называется солитарной. При наличии патологии в развитии левой почки, правая почка гипертрофирована, выполняя удвоенную работу, чаще всего наблюдаются кисты органа, но орган может нормально функционировать и поддерживать гомеостаз в организме человека.

Лечебная тактика

Аплазия почки не требует специфического лечения при отсутствии клинических проявлений патологии мочевыделительной системы.

Двустороннее поражение лечению не подлежит, спасти жизнь младенца может только трансплантация почек, в условиях практической медицины это редко представляется возможным. При этом прогноз, неблагоприятный

При одностороннем поражении назначают постоянное наблюдение и поддерживающую терапию. Диетическое питание позволяет поддерживать работу почки и снижать нагрузку на этот орган, ограничиваем соль до 1 г/сут, умеренно ограничиваем белок до 1, 5 г/ кг массы тела в сутки.

При развитии бактериальных осложнений – применение антибиотикотерапии, наиболее часто применяются цефалоспорины, аминогликозиды, уросептики в зависимости от возбудителя.

При признаках артериальной гипертензии, в данной ситуации наиболее хорошо себя зарекомендовали ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента.

Для улучшения микроциркуляции в почке рекомендован дипиридамо, вазодилатор миотропного действия. К гемодиализу прибегают в том случае, когда у единственной почки нарушаются функции, она выполняет свою работу на 11- 16 %, наблюдается клиника острой почечной недостаточности, возникает олигурия, уровень креатинина более 1 ммоль/л, мочевины более 35 ммоль/л, скорость клубочковой фильтрации менее 200 мл/сек. Также возможна трансплантация почки, но данный метод применяется редко, не только в виду сложности в наличии материала для трансплантации, но и последствия посттрансплантационной иммуносупрессивной терапии не всегда сопоставимы со степенью декомпенсации аппарата почек.

Даже при отсутствии симптомов требуется постоянное наблюдение у нефролога и проведение УЗИ не реже, чем один раз в год.

Критерии результативности терапии

- 1) Положительная динамика функционирования почки
- 2) Отсутствие отеков
- 3) Стабилизация артериального давления.
- 4) Полноценное выведение мочи
- 5) Нормализация показателей мочевины, креатинина, скорости клубочковой фильтрации, электролитов (калий, натрий, кальций, хлор), гемоглобина, эритроцитов.

Профилактические меры

Ее можно разделить на несколько этапов, в первую очередь беременным женщинам, рекомендуется избегать контактов с инфицированными людьми, чтобы предупредить ВУИ, и, последующие аномалии развития всех органов и систем.

При отягощенном анамнезе, после рождения ребенка, рекомендовано УЗИ почек, это поможет выявить аномалию, если этого не удалось ранее, еще в период внутриутробного развития плода.

Врожденные патологии почек сложно компенсировать, поскольку дети уже рождаются с аномалией в работе мочевыводящей системы. Можно избежать аплазии,

но если этого сделать не удалось, то ребенка необходимо поставить на учет к нефрологу, урологу.

Клинический случай.

В урологическое отделение НКМЦ им.З.И.Круглой госпитализирован ребенок, возраст 10 месяцев, с клиническим диагнозом «Единственная правая почка», т.е. мы наблюдали процесс патологического развития мочеполовой системы у ребенка до года. Жалоб пациентка не предъявляла, был госпитализирована с целью диагностики. Из анамнеза: в первом триместре беременности мать перенесла ОРВИ, роды срочные, без пособий, ребенок в росте и развитии не отстаёт.

Лабораторно-инструментально назначено:

- 1) Общий анализ мочи
- 2) Анализ мочи по Нечипоренко
- 3) Посев мочи на микрофлору
- 4) Общий анализ крови
- 5) Биохимический анализ крови
- 6) УЗИ почек и мочевого пузыря
- 7) Урография в/в

Общий анализ мочи:

КР	-	отр
БИЛ	-	отр
УРО	+-	норм
KET	-	отр
БЕЛ	-	отр
НИТ	-	отр
ГЛЮ	-	отр
pH	6.0	
У.В.	1.015	
ЛЕЙ	-	отр
АСК	++	25 мг/дл
ЦВ	Св.желтый	
МУТ	ЧИСТО	

Анализ по Нечипоренко:

Обнаружено $0.25 \cdot 10^3/\text{мм}^3$ количества лейкоцитов.

Посев мочи на микрофлору: чувствительность к амоксиклаву, цефотаксиму, цефтазидиму, гентамицину, амикатину. Устойчивость к фурагину.

Общий анализ крови: $6.8 \cdot 10^3/\text{мм}^3$ лейкоцитов, $4.86 \cdot 10^6/\text{мм}^3$ эритроцитов, 12.2 г/дл гемоглобина, гематокрита 38.0%, $501 \cdot 10^3/\text{мм}^3$, тромбоцитарный индекс тромбоцит 413%. Лимфоциты, моноциты, эозинофилы в соотношении 65.8%, 4.9% и 29.3% соответственно.

Биохимический анализ крови: общий белок 66 г/л, мочевиная кислота 0.091 ммоль/л, глюкоза 4.6 ммоль/л, креатинин 0.066 ммоль/л, мочевиная 4.1 ммоль/л, трансаминаза (АСТ, АЛТ) 16 и 44 ед., сиаловая проба 2.25 ед., калий 4.4 ммоль/л, СРБ 6 мг/л.

На УЗИ левая почка не визуализировалась, показатели правой почки. Расположение – обычное, поверхность ровная. Размеры: 75 x 38 x 39 мм., объем составляет 58.1 см³. Толщина паренхимы 11 мм. Эхогенность средняя. Чашечно-лоханочный комплекс не изменен, лоханка расширена до 3 мм. Из заключения УЗИ следует викарная гиперплазия единственной правой почки.

Из данных урографии следует: Расположение правой почки - обычное, форма – бобовидная величина увеличена на 30%, чашечно-лоханочный комплекс – не изменен,

лоханка не расширена. Мочеточник прослеживается цистидами. Левая почка в ходе исследования не обнаружена. Экскреторная функция сохранена, уродинамика не нарушена справа. В заключении можно отметить выпарную правую почку с удовлетворительной экскреторной функцией и уродинамикой.

Экскреторная урография пациентки с единственной почкой, возраст 10 мес.

Часто наблюдается сочетанные аномалии мочеполовой системы. Рассмотрим клинический случай.

Пациентка У. 19 лет. Госпитализирована с диагнозом «Угрожающий аборт О20.0». Жалобы на боли тянущего характера в надлобковой области, кровянистые, мажущие выделения из наружных половых путей. Из анамнеза: менархе в 15 лет. Менструальный цикл имеет продолжительность 28 дней, длительность менструаций 5-6 дней, безболезненные, количество теряемой крови – умеренное. Последняя менструация была с 08.01.2019 г. по 13.01.2019 г., в срок, скуднее обычной, болезненная. Следующую менструацию ожидала 04.02.19г., она не наступила. 09.02.19г. сделала тест на ХГЧ – положителен. 22.02.19г. появились тянущие боли внизу живота, за помощью не обращалась. 24.02.19г. боли внизу живота усилились и к ним присоединились кровянистые выделения из половых путей, в связи с чем 25 февраля 2019 года обратилась за медицинской помощью. Ранее лечение по профилю «Акушерство и гинекология» не получала. Беременностей и родов не было.

Гинекологический статус: наружные половые органы без особенностей. Осмотр в зеркалах: слизистые цианотичные, влагалищная часть шейки матки конической формы, зев закрыт, округлой формы скудные выделения темно-коричневого цвета. Влагалищное исследование: шейка матки размягчена, длина около 2,5 см. Бимануально: матка увеличена согласно 6-7 неделе беременности, слегка размягчена, неправильной формы, т.к. справа пальпируется небольшое образование спаянное с маткой в области шейки. Придатки пальпации не доступны, безболезненны.

Лабораторно-инструментально: ОАК, б/х анализ крови, ОАМ – вариант нормы. Анализ крови на ХГЧ: ХГЧ – 60 000 МЕ/л. УЗИ органов малого таза: аномалии развития матки: нефункционирующий, рудиментарный рог матки справа. Беременность 6 недель. УЗИ почек: левая почка не визуализируется, викарная гиперплазия единственной правой почки.

Была выбрана тактика пролонгирования беременности. В качестве лечения получила дидрогестерон 40 мг однократно, затем два раза по 10 мг с интервалом 8 часов, транексамовая кислота 250 мг в течении 5 дней, дротаверин 40 мг 2 раза в день в течении 2 дней. В последующем, беременность завершилась преждевременными родами на сроке 34 недели.

Согласно данному клиническому случаю, аплазия почки была случайной диагностической находкой, и сочетается с аномалией развития матки – рудиментарным рогом. Следует отметить, наличие рудиментарного рога сочетается с аномалиями развития мочевых органов в 9,5 % случаев.

Таким образом, аномалии развития мочеполовых органов является актуальным вопросом для акушеров-гинекологов и урологов, в силу того что данная патология не всегда бывает диагностирована. В целом, такие пациенты могут жить полноценной жизнью и не нуждаются в медикаментозной терапии, но при возникновении заболеваний мочеполовой системы или беременности требуют особенной тактики ведения.

1. Воскресенский, Г. Д. Урология / Г.Д. Воскресенский. - М.: Государственное издательство, 2013. - 448 с.
2. Оперативная урология. Классика и новации. Руководство для врачей / Л.Г. Манагадзе и др. - М.: Медицина, 2014. - 740 с.
3. Пытель, А. Я. Избранные главы нефрологии и урологии. Часть III / А.Я. Пытель, С.Д. Голигорский. - М.: Медицина, 2018. - 304 с.
4. Акушерство и гинекология. Дифференциальная диагностика от А до Я. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 400 с.
5. Акушерство / Под редакцией Г.М. Савельевой. - М.: Медицина, 2017. - 816 с.
6. Гитун, Т.В. Диагностический справочник акушера-гинеколога / Т.В. Гитун. - М.: АСТ, 2013. - 282 с.
7. Moshkin A.S. Description of the option vascularization of the horseshoe kidney if it is located to the right in the differential diagnosis in outpatient surgery (Описание варианта васкуляризации расположенной справа подковообразной почки при дифференциальной диагностике в амбулаторной хирургии) MEDICUS Международный медицинский научный журнал, № 4 (28), 2019 с. 60-62
8. Мошкин А.С. Ультразвуковая оценка вариантов расположения бедренной артерии и вены в хирургической практике //Вестник экспериментальной и клинической хирургии. Том XII №3 2019 г. с. 158-161

Eliseev Y.Y., Chernova O., Ivanova M.

The conditions of the educational-production environment during the development of Hygienic assessment of working specialties by cadets of the Lyceum of river transport

*Saratov State Medical University named after IN AND. Razumovsky
(Russia, Saratov)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2019-19

idsp: sciencerussia-10-12-2019-19

Introduction Currently, over 2 million people are undergoing training in reformed secondary vocational educational organizations. Students occupy a special mastering of workers, a place among them is specializing in various types of transport, which is primarily due to their high professional demand. At the same time, there are numerous literature data on the negative impact of factors of the work environment and the labor process on the health of

workers in transport enterprises, including on the body of adolescents who are in specific conditions of vocational training [1, 2].

The purpose of the work was a comprehensive hygienic assessment of the conditions of the educational-production environment in the process of mastering working specialties in the Lyceum of River Transport (LRT). Hygienic assessment of the educational and production materials and methods with sanitary and epidemiological training was carried out in accordance with the requirements for the organization of the educational and production process in primary vocational education institutions set out in the sanitary. The assessment included the study of the general educational standard of the Russian Federation Ne 2.4.3.1186-03. and vocational training cycles for adolescents. The bases for the passage of industrial and technological practice were determined: ship repair workshops and enterprises of the Saratov River Port (PSA).

2013-2018 in the conditions of the study was conducted during the study in LRT natural hygienic experiment. Teens mastered 4 professions: a master skipper, a mechanic of a small vessel, a ship's minder, a ship's electrician, and a sailor. The training was conducted on the basis of basic general education (9 grades), in full-time, for 2 years 10 months. The studied 4 groups divided by professions included 200 students combining theoretical and industrial training. educational measurement of indoor microclimate, parameters in the cockpits of ships of production workshops, workshops of ship repair enterprises, was carried out in accordance with the requirements of the sanitary standard of the Russian Federation 2.2.4548-96 "Hygienic requirements for the microclimate of industrial premises". For temperature measurement speed and air movement, a TA-055 Almaz thermoelectric anemometer was used. Relative humidity measurements MB-4-2M The levels of suction air were carried out by a psychrometer and artificial light were determined by a TKA-PKM pulsometer-natural light meter in accordance with the requirements of the sanitary standard of the Russian Federation N® 2.2.1 / 2.1.1.1278-03 "Hygienic requirements for natural, artificial and combined lighting of residential and public buildings. " Conducted 118 studies.

Measurement of sound pressure levels at workplaces, their frequency response was carried out by a noise and vibration meter БМВ-003 М-2 in accordance with sanitary standards (CH) N 2.4 / 2.1.862-96 "Noise at workplaces, in residential and public buildings and in residential areas "and" Guidelines for the prevention of the adverse effects of industrial noise on the body of adolescents "NP2410-81.

The study of the chemical composition of the air in the working zone was carried out in a testing laboratory accredited by the Rospotrebnadzor system in accordance with state standards (GN) 2.2.5.1313-03 "Maximum permissible concentrations (MPC) of harmful substances in the air of the working zone". 318 measurements were taken.

A hygienic assessment of the organization of the educational-production process for adolescents mastering working professions in river transport was carried out on the basis of timing studies.

Timekeeping was carried out in two directions. On the one hand, the training was the study of the timing of the cost structure of production time, which allows to evaluate the theoretical mode and, on the other hand, the timing of professional training for young men. Studies were carried out to compile the profессиographic structure of industrial training for adolescents in river transport. In this regard Ergonomics and labor severity indicators (lifting and moving the load during the work shift, total mass of the lifted load, the time it takes to complete physical work, etc.) were evaluated in accordance with the Decree of the Government of the Russian Federation of 25.02.2000 N 163 "List of heavy work (professions) and work (professions) with harmful and dangerous working conditions, the implementation of which prohibits the use of labor by persons under 18 years of age ", Decree of the Ministry of Labor and Social Development of the Russian Federation of 07.04.1999

No. 7“ Norms of maximum permissible loads for persons under 18 years of age under deme and moving heavy loads, "Labor Code of 197-F3 from 30.12.2001g.

Processing data is formed using conventional methods calculating the arithmetic mean, sample error, standard deviation, coefficient Student's; applied correlation and regression analysis. The data obtained were processed using IBM PC, an Excel spreadsheet processor and the Statistica 6.0 statistical package were used in the workplace .

Results and discussion.

The conditions of the training and production process in the classrooms, classrooms and production workshops (1st year of study) basically corresponded to the requirements of SanPiN 2.4.3.1186-03 (volume and area of premises, lighting levels, noise, concentration of chemicals), with the exception of microclimate parameters. In the cold periods of the year in training workshops, air temperature indices did not meet the standards in 41% of cases; in the warm season, air temperature indices exceeded the permissible values in 34% of cases.

The arrangement of students during the internship at the PSA is carried out differentially, taking into account the chosen direction of the future profession. So, mastering young men, for two weeks (76 hours) the profession of an engineer and shipbuilder minder, undergo practical training in a fitter's and assembly workshop, mainly engaged in the work related to the installation and cleaning of engines, fuel equipment, nozzles, hydraulic pumps, and mechanisms for actuating the covers of holds , compressors and deck mechanisms.

Lyceum students with a future profession - ship electrician for more than 2.5 weeks (96 ship repair training practices work in the watch repair shop) of a ship repair plant. During this time, students were engaged in: circuits, the development of electrical circuits as well as the repair of marine electrical equipment of electric motors, generators, fans, including their disassembly, rewind, assembly; electrical work, with the installation of equipment, installation of cable related routes and radio navigation equipment.

Ship repair practice young men, mastering the profession of a sailor takes only one week (36 hours) during which students work in the ship's hull and repair shop and are engaged in cleaning, repairing and preparing for painting the outer surfaces of small boats, mainly their metal bottoms and hulls.

For all young men, regardless of the type of specialty they are mastering, practical training begins at 8.30 in the morning, takes place in one 8-hour shift, which ends at 15.30. Moreover, not only an hour-long lunch break (from 11.30 a.m. to 12.30 p.m.), but also 10-minute breaks every 45 minutes of working time was provided for all students.

Given the lack of professional qualifications, frequent distractions associated with the discussion of the conformity and effectiveness of the stages of the production task, the density of practical training in non-technical operations exceeded 75.0%, and the implementation of the main workshops was 55.0-60.0% of shift time.

Along with this, which should be noted, the arrangement of students in production workshops was carried out mainly on unskilled areas of work, substantially related to the performance of manual operations.

Mastering the profession of a sailor, So, in youths, manual operations in the budget of working hours occupied up to 65.0%, and were carried out in the ship-hull repair shop in two directions: the first was the repair of the hull using epoxy resins and fiberglass; the second is the preparation of the hull for painting. from adolescents certain dynamic and Both directions required static physical effort. The first direction was associated with the careful manual cleaning of small areas of corrosion of the vessel hull to metal, degreasing the cleaned place with a brush dipped in gasoline, or for 40-60 minutes and acetone, wiping with rags, followed by drying by heating with hot air until 60 80 ° c. Then the students either used ready-made epoxy glue, or prepared epoxy putty, from binding materials: epoxy-diane resin (ED-5, ED-20, ED-40), hardener and plasticizer. Repair of damaged areas of the hull of a layer-by-layer glue application and gluing was carried out by a three-stage fiberglass with the formation of multilayer structures. These physical activities were accompanied by stereotyped working

movements when working with the muscles of the hands and shoulder girdle. The number of movements per shift did not exceed more than $1875 + 425$, which was significantly lower than the permissible values characteristic of light physical activity of the optimal class of working conditions.

When preparing the ship's hull for painting in the presence of significant areas of corrosion wear, as a rule, on the bottom, the latter was cleaned mechanically, which required not only considerable physical effort of the students, but also a long stay in an uncomfortable working position. The cleaning of the surface to be cleaned was carried out with the help of scrapers, bill hooks with shock and shearing manipulations, and subsequently using the rotating work of the drive electric brushes. The performance of this type of work, taking into account the physical static loads per shift, performed by students with one hand was $486000 + 68780 \text{ kg s}$, which corresponded to a harmful (heavy) 3.1 degree class of working conditions. Moreover, the forced torso of the torso over a shift was $112 + 26$, which also corresponded to the harmful 3.1 degree of the class of working conditions, given the presence of two indicators of class 3.1. the overall assessment of the severity of labor of students mastering the profession of a sailor in the process of production practice at a ship repair plant should be set one notch higher (3.2).

At the same time, manual manipulations performed by LRT students related to metal cleaning were not accompanied by exceeding the permissible level of local pulsed vibration. The equivalent corrected level of vibration acceleration was $115 + 2.1 \text{ dB}$, which is more than 10 dB lower than permissible, and the conditions are permissible to class 2.

The vibration indicator corresponded to labor. It should be noted that the performance of this process in the performance of LRT students rarely reached 2-3 m / h, while qualified workers of the ship-hull repair shop processed up to 8 m in one hour. Moreover, this stage of work was associated with the formation of a significant amount of rusty metal aerosol of fibrogenic action Containing dizheleza trioxide (Fez Oz).

The effectiveness of the work done by LRT students was judged by testing the tightness of the hull in T.N. kerosene-chalk test. The tightness criterion was the absence of appearance for 40 minutes leaks and spots from the penetration of kerosene on the reverse (usually external) chalk screen of the body.

The training practice of young men, mastering the profession of a ship's minder and the profession of a skipper, took two weeks in the locksmith and assembly shop of a ship repair plant. This type of production practice was associated with a certain sequence of technological operations that make up the completed repair cycle of diesel engines of river small vessels. Manual operations in the budget of working hours of students in these specialties occupied up to

45.0%, and were mainly associated with physical dynamic loads (dismantling, loading, unloading, carrying and installation of parts).

The initial stage of the production practice of these groups of students consisted of dismantling according to the repair documentation: pipelines, shutting off the valves and disconnecting the disconnecting couplings, releasing the vessel's engine from water, oil and fuel; removal of fences, individual units and components of ship mechanisms from the installation foundation.

Further, students under the guidance of the foreman and foreman of the workshop, observing technological instructions and general requirements, carried out disassembly and washing operations, when this revealed wearing parts of the shaft line, boilers and diesel units, and heat exchangers.

The mechanical parts were cleaned by disassembling them in a single-chamber jet washing machines consisting of a retractable table to accommodate the parts and the washing chamber. At the same time, the pressure of the jet, with a power of 0.4-0.5 MPa during the

collision of abrasive particles with was accompanied by a sound effect with a noise level that cleans the metal reaching 89 dBA.

Further, parts were cleaned during engine repair in special baths under the influence of the pressure of a conical jet of washing liquid consisting of an alkaline organic solvent and a detergent. The process was also accompanied by a sound effect at 78 dBA. This stage provides for the degreasing of parts with low fluid consumption. Fat-free and cleaned parts were washed in a chamber with hot water and dried with a stream of hot air. Cleaning and washing of diesel parts allowed not only to remove tarry and particles of ash and soot, but also prepare them for deposits, soot, scale, defect. It should be noted that the practical training of students, which took place in the fitting and assembly workshop of the ship repair plant, was distinguished by the presence of several noise sources (the operation of automatic sinks and workshop fans). The main sound level created by jet washing machines was broadband, intermittent, and high-frequency due to the presence of noise detected in octave bands of 1000 Hz and higher. fitting and assembly shop of various types of equipment, noise assessment from each machine was carried out with the equipment and ventilation stopped and each machine turned on separately. At the same time, the noise interference level was lower than the noise level of the machines under study by more than 10 dBA in all octave bands. The noise was measured at 5 evenly distributed points of the workshop's working area, remote from the walls of the building at a distance of 2 m. The equivalent sound level calculated by us in the fitting and assembly workshop was 89.3 5 dCA. DCA, which exceeds the permissible level (80 DCA), more than Therefore, working conditions, taking into account the dependence on the noise level, belong to hazardous class 3.1.

Students visualized, and more often instrumental, instrumented wear detection of parts under the control of a master. If the presence of an irreparable defect was detected, the part was subject to replacement, with the drawing up of the act of delivery of the part in scrap metal and a statement of a similar replacement from the warehouse. Along with intellectual work, students were engaged in purely mechanical work related to manual loading and transportation of parts.

The final stage of repair work on the assembly of the ship's engine was carried out at the assembly stand of the locksmith and assembly shop of the ship repair plant. The assembly order was determined by the design of the diesel engine and was carried out by the foreman and foreman, with compulsory students under close supervision using the control and installation tags, stamps and marks. Before assembly, the parts were washed, their cavities and channels were dried with clean compressed air from the compressor and then lubricated and assembled, uniformly screwing and tightening the connected nodes.

Parts,assemblies and the engine assembled and tested at the stand were checked in stages, then transferred and permanently installed on. In order to install and deliver large-sized parts (diesel, boilers, ships, heat exchangers, etc.), mechanization tools were used, such as electric and mechanical hoists, hydraulic jacks, forklifts. At the same time, installation and dismantling work, it should be noted that the main ones in the production departments of the ship-repair plant remain poorly mechanized. The bulk of the above work is performed by both workers and

students manually. In general, the total physical activity associated with mechanical work and the movement of goods per shift among students, a marine engine and a skipper in the average mastering profession amounted to 2340 + 480 kgm. This exceeded the norms allowed for by the Ministry of Labor of the Russian Federation No. 7 of 04/07/99 for persons under eighteen years of age when lifting and moving heavy loads manually from the floor, but fit into the 2nd permissible class of working conditions for male workers.

The field of industrial practice of lyceum students mastering the profession of electrician shipbuilding at a ship repair enterprise was the longest (96 hours), in comparison with other specialties of students of LRT. At the same time, manual operations in the budget of working time occupied no more than 25.0%, which is directly related to the significant

amount of development of technical material described in the electrical wiring diagrams, the assembly of power lines, the installation and repair of cable routes, radio navigation and electrical equipment.

The practical skills of the lyceum students were tested at the workplace of the electric repair shop of the enterprise, located near the equipment being repaired and equipped with all the necessary equipment (installation tables, cabinets, racks, workbenches).

LRT students doing practical training taking into account their future specialties in various workshops of a ship repair plant daily encounter natural substances in the air in the working area of the enterprise. The generalized results of measurements of concentrations of chemical chemicals at students' workplaces in industrial premises showed that the average values of the content of aliphatic hydrocarbon vapors, aerosols of mineral oil products for the period of production practice at the workplaces of all workshops did not exceed the permissible values. At the same time, the presence of high average shift concentrations exceeding the maximum permissible concentration in the air of the working zone of aerosols of diesel trioxide aerosols ($6.24 + 2.1 \text{ mg / m}$) and vapor of volatile products of epoxy resin ($1.68 + 0.7 \text{ mg / m}$) is noteworthy. controlled by epichlorohydrin during production the practice of students mastering the profession of a sailor in a ship-hull repair shop. The results obtained, taking into account the concentration of harmful chemicals in the air of the working area, allow us to classify the studied working conditions as hazard class 3.1.

The profession-oriented youth adolescents, the characteristics of the labor mastering various working professions in the process of practical training at the ship-repairing enterprise, revealed, along with the optimal permissible working conditions, the presence of a number of hygiene requirements that are inappropriate as hazardous. Studies have shown that young people in LRT practice in the production halls of PSAs in conditions that are often harmful. Thus, LRT students mastering the profession of a sailor in the process of practical training in the shipbuilding and repair workshop are faced with harmful factors: the severity of labor of class 3.1 and chemical factors also belonging to class 3.1, which created the final hygienic assessment of working conditions in the process of passing the production as harmful class 3.2. Working conditions in the process of practical training of cadets mastering the profession of skipper and ship's minder in the fitting and assembly workshop were also classified as harmful, but with a class below 3.1. Conditions at the workplace of students mastering the specialty of the ship were assigned to the permissible 2 classes electrician in an electrical installation workshop.

Conclusions. Thus, adolescents in the process of vocational training are subject to the same level of exposure to production factors as adult workers of the corresponding specialties of river transport.

1. Voitovich, A.A. The influence of vocational training factors on adaptation processes of students with disabilities / A.A. Voitovich, Yu.V. Eliseeva, Yu.Yu. Eliseev // Russian Pediatric Journal. 2014-T.17.-N ° 1.-p. 38-40
 2. Eliseev, Yu.Yu. The implementation of health-saving technologies in institutions of secondary vocational education in Russia / Yu.Yu. Eliseev, A.A. Voitovich, E.A. Dubrovina et al. // Modern problems of science and education. -2017.-N4.-S.69-72
-

Научное издание

Наука России: Цели и задачи

Сборник научных трудов по материалам
XVIII международной научно-практической конференции
10 декабря 2019 г.

Часть 1

SPLN 001-000001-0543-SR

Подписано в печать 13.12.2019. Тираж 400 экз.
Формат. 60x84 1/16. Объем уч.-изд. л. 4,37
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович