ТОЧНАЯ НАУКА

естественнонаучный журнал

XI Международная научная конференция
"Техноконгресс"

2017

Международная заочная естественнонаучная конференция с публикацией в РИНЦ

t-nauka.ru

КЕМЕРОВО 2017

СБОРНИК СТАТЕЙ ОДИННАДЦАТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ТЕХНОКОНГРЕСС»

05 июня 2017 г.

ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431

ISBN 978-5-9907998-9-9

Кемерово УДК 378.001. Сборник статей студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава. По результатам XI Международной научной конференции «Техноконгресс», 05 июня 2017 г. www.t-nauka.ru / Редкол.:

Никитин Павел Игоревич - главный редактор, ответственный за выпуск журнала.

Баянов Игорь Вадимович - математик, специалист по построению информационно-аналитических систем, ответственный за первичную модерацию, редактирование и рецензирование статей.

Артемасов Валерий Валерьевич - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей.

Зимина Мария Игоревна - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей.

Нормирзаев Абдукаюм Рахимбердиеви - кандидат технических наук, Наманганский инжинерно-строительный институт (НамМПИ)

Безуглов Александр Михайлович - доктор технических наук, профессор кафедры математики и математического моделирования, Южно-российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И .Платова,

Наджарян Микаел Товмасович - кандидат технических наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении.

Шушлебин Игорь Михайлович - кандидат физико-математических наук, кафедра физики твёрдого тела Воронежского государственного технического университета.

Равшанов Дилшод Чоршанбиевич - кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология, машины и оборудования полиграфического производства», Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими.

Крутякова Маргарита Викторовна – доцент кандидат технических наук, Московский политехнический университет.

Гладков Роман Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации вооружения и военной техники Рязанского гвардейского высшего воздушно-десантного командного училища

А.О. Сергеева (ответственный администратор)[и др.];

Кемерово 2017

В сборнике представлены материалы докладов по результатам научной конференции.

Цель – привлечение студентов к научной деятельности, формирование навыков выполнения научно-исследовательских работ, развитие инициативы в учебе и будущей деятельности в условиях рыночной экономики.

Для студентов, молодых ученых и преподавателей вузов.

Издательский дом «Плутон» www.idpluton.ru e-mail: admin@idpluton.ru

Оглавление

1. ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНЫХ ПАРКИНГОВ.....2
Ваньков А.В., Зотов К.В.
2. ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ (SLS).....7
Гришин А.В.
3. ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДАХ.....11
Шпильман А.В.
4. РАЗРАБОТКА СПОСОБА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ АЛЮМОХЛОРИДНЫХ РАСТВОРОВ ОТ ПРИМЕСЕЙ ЖЕЛЕЗА.....11
Кондратьева Е.С.
5. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТОТ ФОРМАНТ РУССКОГО ГЛАСНОГО ЗВУКА «У».....18
Кузнецов Д.Н.
6. СОЗДАНИЕ ФАЙЛА-ЛИЦЕНЗИИ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C#.....24
Алексеев Г.С.
7. ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТР ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРОННОГО УМНОЖИТЕЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО В РЕЖИМЕ СЧЕТА ФОТОНОВ.....29
Мартынюк Ю.П.
8. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О СОВРЕМЕННЫХ ДВИЖЕНИЯХ ЗЕМНОЙ КОРЫ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ.....33
Тургумбаев А.
9. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВЛИЯНИЯ ДЕВИАЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА НА ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВ.....38
Бабков Д.О.
10. ФЛАВОНОИДНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПИЖМЫ ОБЫКНОВЕННОЙ TANACETUM VULGARE L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ.....41
Яковлева А.И., Миронова Г.Е.

Ваньков Александр Владимирович
Van'kov Aleksandr Vladimirovich
Студент
Санкт-Петербургский политехнический университет имени Петра Великого
E-mail: salus78131@yandex.ru
Санкт-Петербург
Российская Федерация

Зотов Кирилл Владимирович
Zotov Kirill Vladimirovich
К.т.н.
Санкт-Петербургский политехнический университет имени Петра Великого
E-mail: zotov@cef.spbstu.ru

УДК 626.862.4

ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНЫХ ПАРКИНГОВ

WATERPROOFING SYSTEM UNDERGROUND PARKING

Аннотация: В статье рассматривается обоснование необходимость возведения дренажных систем для подземных паркингов, а также приводится современная классификация гидроизоляционных материалов. В данной статье были рассмотрены различные паркинги по глубине залегания, а также методу строительства.

Abstract: The article discusses the rationale for the necessity of the construction of drainage systems for underground parking and provides a modern classification of waterproofing materials. In this article we have discussed various parking lots on the depth and method of construction.

Ключевые слова: Подземный паркинг, гидроизоляционные системы, наружная гидроизоляция.

Keywords: Underground parking, waterproofing systems, exterior waterproofing.

ВВЕДЕНИЕ

Современные подземные паркинги чаще всего имеют заглубление до 10 м (1-3 уровня), но могут заглубляться и больше - до глубины 15-20 м (4-5 уровней). Такая величина заглубления конструкций паркингов обусловливает постоянный контакт их ограждающих конструкций с грунтовыми водами (напорными, безнапорными, верховодка), которые всегда агрессивны по отношению к бетону и арматуре и при длительном воздействии будут способствовать постепенному разрушению конструкций. В связи с чем встает актуальность темы настоящего исследования.

Возведение железобетонных конструкций таких паркингов в большинстве случаев производится открытым способом - в котлованах без крепления под углом естественного откоса грунта, либо различными вариантами способа «стена в грунте» (железобетонная или из стальных элементов, из буросекущих свай и некоторые другие). На время строительства, просочившиеся в котлован грунтовые воды откачиваются, однако после окончания строительства они будут подниматься на прежний среднемноголетний уровень, создавая неблагоприятные условия для работы конструкций паркинга.

С другой стороны, ограждающие конструкции подземных паркингов в процессе эксплуатации подвергаются различного рода нагрузкам – силовым, температурным, динамическим. В процессе эксплуатации строительные швы в таких конструкциях могут периодически раскрываться и закрываться, а в самих конструкциях появляться трещины вследствие силовых воздействий и усадки бетона. Отдельные элементы конструкций могут иметь различные осадки, обусловленные различной величиной нагрузок на элементы конструкций.

Анализ современных гидроизоляционных систем

Наружная гидроизоляция конструкций подземных паркингов является основным средством их защиты от замачивания и возможного проникновения воды в помещения паркинга.

Гидроизоляционные системы, монтируемые с наружной стороны паркингов, помимо собственно защиты ограждающих конструкций от замачивания, всегда дополняются другими элементами гидрозащиты. К таким элементам относятся уплотнение строительных швов горизонтальных и вертикальных (гидрошпонки, металлические гидробарьеры, гидрофильная профилированная резина и т.д.), а также герметизацией инженерных вводов через ограждающие конструкции паркингов, предупреждающие появление сосредоточенных течей в помещения паркинга.

Наиболее приемлемы для наружной гидроизоляции паркингов системы, включающие эластичные материалы, не реагирующие на появление трещин в защищаемой конструкции и неспособные к разрушению при относительных подвижках элементов защищаемых конструкций.

К проектированию и монтажу гидроизоляционных систем следует подходить с максимальным вниманием, создавая по возможности дублирующие контуры гидроизоляции, а также закладывая в системы гидроизоляции элементы, позволяющие производить их ремонт или дополнительную герметизацию в процессе эксплуатации подземного сооружения [1, с. 15].

По этим причинам не рекомендуется выполнение наружной гидроизоляции подземных паркингов тонкослойными цементными составами, в т.ч. составами проникающего действия, и особенно полимербитумными рулонными наплавляемыми материалами вследствие их весьма невысокой надежности в процессе эксплуатации. Причем полимербитумные материалы мы не рекомендуем использовать даже для устройства водоизоляционных ковров эксплуатируемых кровель паркингов.

Рулонные битумно-полимерные материалы, требуют нанесения на сухие бетонные поверхности (влажность не более 4%), что часто невозможно осуществить в условиях подземного строительства. Такие мембраны имеют очень большое количество швов, превышающее 2000 м. пог. на 1000 м2 гидроизоляции, некачественная сварка некоторых их них весьма вероятна. При нарушении водонепроницаемости мембраны, в местах пробоя (локальное повреждение) величина адгезии мембраны с бетоном становить нулевой. Вода распространяется под мембраной по контакту с защищаемым бетоном, замачивает его и просачивается в помещения паркинга через неплотности защищаемой конструкции. Ремонт такой мембраны затруднителен, так как источник протечки воды в помещение паркинга может находиться в нескольких метрах от локального повреждения мембраны.

Наружная гидроизоляция тонкослойными составами проникающего действия, широко рекламируемыми в интернете, возможна только при возведении паркинга в котловане без крепления откосов. Существенным недостатком проникающей гидроизоляции является невозможность перекрытия швов и трещин раскрытием более 0,2-0,3 мм, которые часто появляются в бетоне паркинга при его эксплуатации.

Полимерные гидроизоляционные рулонные мембраны – это наиболее современный вид вторичной гидроизоляции, получающий все большее распространение при гидрозащите подземных сооружений. Этому способствуют высокие эксплуатационные и технологические характеристики мембран, возможность их использования в сложных, иногда сверхтяжелых условиях работы. Полимерными мембраны хорошо выдерживают агрессивные среды и гидростатический напор воды. По надежности и долговечности полимерные мембраны существенно превосходят рулонные полимербитумные и цементные материалы. Наибольшее применение мембранные гидроизоляционные системы нашли при гидрозащите сильно заглубленных и протяженных объектов таких, как тоннели, подземные паркинги, сложные в плане и по высоте многоэтажные подземные сооружения [2, с. 54].

Гидроизоляция полимерными мембранами универсальна. Ее монтаж одинаково успешно может быть произведен на защищаемые конструкции, возводимые как методом «стена в грунте», так и в открытом котловане с откосами, как на горизонтальных, так и вертикальных поверхностях. Технология монтажа полимерных мембран не предусматривает их приклеивания к защищаемой конструкции, поэтому им не страшны трещины, которые могут появиться а процессе эксплуатации защищаемого сооружения. Они также легко выдерживает различного рода взаимные

подвижки конструкций. По этой же причине полимерные мембраны слабо чувствительны к влажности защищаемого основания.

При условии выполнения всех требований, качественной сварки швов, правильного использования дублирующей инъекционной системы и защиты полимерной мембраны от внешних воздействий такая гидроизоляция весьма надежна. Метод укладки полимерной мембраны – механическое крепление на вертикальных поверхностях и свободная укладка на горизонтальных поверхностях с последующим свариванием швов (перехлестов). В сочетании с правильно сделанными деформационными швами это дает возможность практически не зависеть от деформаций и образования трещин на конструкции сооружения. Особенно эффективны полимерные мембраны при гидроизоляции подземных сооружений, возводимых методом «стена в грунте».

Современная технология монтажа полимерных рулонных мембран предусматривает и страховку их возможного отказа в процессе эксплуатации. Такая страховка организовывается разбивкой при помощи гидрошпонок защищаемой конструкции на отдельные карты герметичные карты с приваркой мембраны к гидрошпонкам. Каждая герметичная карта снабжается системой инъекторов с выводом инъекционных труб в помещение паркинга. В случае разгерметизации полимерной мембраны в пределах такой карты, восстановление гидроизоляции производится закачкой через инъекторы полиакрилового геля, блокирующего протечки и восстанавливающего водонепроницаемость мембраны в пределах разгерметизированной карты [3, с. 64].

Недостатков гидроизоляционных систем на основе полимерных рулонных мембран не так уж много. Главный из них – высокая стоимость такой системы: сама полимерная мембрана, два слоя геотекстиля, полиэтиленовая пленка, гидрошпонки, дублирующие инъекционные системы, высококвалифицированная рабочая сила, дорогостоящее сварочное оборудование для соединения рулонов между собой обусловливают достаточно высокую стоимость гидроизоляции. Однако, если застройщику необходима очень надежная гидроизоляция, при которой появление воды в помещениях паркинга рассматривается как чрезвычайное происшествие, то такая система гидроизоляции именно для него! Самые ответственные и долговечные гидроизоляционные системы – именно системы на основе полимерных мембран!

К недостаткам гидроизоляционных систем на основе полимерных мембран можно также отнести относительная трудность монтажа при отрицательных температурах воздуха.

Технология гидроизоляция подземных сооружений бентонитовыми матами достаточно проста, значительно проще технологии гидроизоляции полимерными мембранами, не требует такой высокой квалификации рабочих и дорогостоящего сварочного оборудования, как при монтаже полимерных мембран. Маты укладываются легко и быстро, позволяя за короткий промежуток времени покрыть значительную площадь. При условии тщательного соблюдения всех технологических требований по подготовке основания под монтаж бентоматов, применения в необходимых объемах вспомогательных материалов, аккуратного монтажа самих бентонитовых матов особенно в зонах нахлестов и стыков, бентонитовая гидроизоляция представляет собой высоконадежную и долговечную гидроизоляционную систему, ни в чем не уступающую полимерным мембранам. При деформациях бетонных конструкций, или появлении в них трещин, целостность гидроизолирующего слоя бентонитовых матов не нарушается. Бентонитовые маты без труда можно монтировать и в зимнее время.

Весьма рационально применение бентонитовой гидроизоляции под фундаментные плиты, а также при строительстве паркингов методом «стена в грунте».Обязательными условиями успешной длительной работы такой гидроизоляции является прижим бентонитовых мембран бетонной плитой, прижимными бетонными или кирпичными стенками. При этом важно учитывать набухание бентонитовой смеси так, чтобы пространство для набухания было равным возможности материала к расширению. При отсутствии полости для свободного пространства набухание глины может привести к деформации конструкции.

Монтаж бентонитовых матов на вертикальных поверхностях без прижимных стенок нами категорически не рекомендуется. Бентонитовые маты следует предохранять от преждевременной гидратации до осуществления их прижима.

Бентонитовую гидроизоляцию не следует использовать в условиях свободно текущих грунтовых вод и при условиях постоянного контакта с сильно минерализованными жидкими средами

(хотя имеются специальные бентонитовые панели, специально рассчитанные на такую эксплуатацию).

Ремонт бентонитовой гидроизоляции эксплуатируемых подземных паркингов осуществляется довольно легко. В зонах протечек пробуриваются шпуры за ограждающую конструкцию, и через специальные пакеры в эту зону нагнетается дисперсия бентонитовой глины (бентонитовый инъекционный раствор), либо полиакриловый гель.

Напыляемая гидроизоляция относится к числу наиболее современных, высоконадежных методов гидрозащиты конструкций и сооружений, что обусловлено высочайшими физико-механическими и химическими характеристиками применяемых материалов, а также параметрами их долговечности. Сущность такой гидроизоляции заключается в том, что нанесение гидроизоляционного покрытия происходит не вручную, а механизировано при помощи двухканальных аппаратов безвоздушного напыления. При этом, как правило, используются двухкомпонентные гидроизоляционные системы, которые после смешивания характеризуются очень малым временем живучести (4-15 сек) и поэтому должны быть нанесены на защищаемую поверхность в течение десятых долей секунды после смешивания.

Обладая скоростью полимеризации (или коагуляции), исчисляемой секундами, такие материалы в совокупности с технологией их нанесения, в десятки раз повышают производительность труда при устройстве гидроизоляционных покрытий (до 500-800 м2 за смену), обеспечивая гидрозащиту конструкций уже через 1-2 часа, максимум в течение суток после напыления. При этом сформировавшаяся защитная пленка небольшой толщины (1,5-5,0 мм) имеет зачастую уникальные свойства. Это позволяют рекомендовать напыляемую гидроизоляцию для широкого применения, особенно для гидрозащиты протяженных объектов, особенно работающих в тяжелых гидрогеологических условиях (подземные паркинги, торгово-развлекательные центры, подземные тоннели, переходы, инверсионные эксплуатируемые, в т.ч. зеленые кровли паркингов и т.п.).

Современные напыляемые материалы можно подразделить на две большие группы: битумно-полимерные (битумно-латексные), получившие название «жидкая резина», и полимерные (чаще всего чистая полимочевин или ее гибриды) [4, с. 25].

Следует отметить, что гидроизоляционные напыляемые материалы имеют не только значительные преимущества, но и ряд недостатков. Главнейшим из них является необходимость высушивания гидроизолируемой поверхности до постоянной влажности не более 4% по массе, что часто невозможно выполнить как в условиях возведения подземных паркингов открытым способом в котлованах, так и при возведении конструкций методом «стена в грунте». Для обеспечения высокой надежности напыляемых покрытий требуется их защита от повреждений в процессе эксплуатации. Это требование особо относится к напыляемой битумно-полимерной гидроизоляции. Напыляемая гидроизоляция весьма дорогостоящая, особенно на основе полимочевины, что обусловлено высокой стоимостью как самих материалов, так и вложениями в оборудование и обучение персонала. Кроме того, полимербитумная гидроизоляция может быть нанесена только при положительной температуре (не менее +5 0С).

Тем не менее, почти всегда преимущества напыляемой гидроизоляции (особенно напыляемой полимочевины) существенно превосходят их недостатки, особенно в части ее надежности и долговечности. Несомненно, вдумчивый застройщик, желающий на длительное время (не менее 10-15 лет для битумно-латексных мембран, и не менее 25-30 лет для покрытий на основе полимочевины) оградить себя от забот по гидрозащите подземного паркинга при его эксплуатации оценит преимущества такой гидроизоляции.

Для гидроизоляции подземных паркингов полимерная обмазочная гидроизоляция (жидкая гидроизоляция) применяется сравнительно редко. В основном ее применение ограничивается устройством водоизоляционных ковров инверсионных (зеленых) кровель паркингов, в т.ч. расположенных глубоко под землей. Малая популярность полимерной гидроизоляции обусловлена, на наш взгляд, недостаточными сведениями о современных полимерных мастичных материалах, и их выдающихся, зачастую уникальных свойствах [5, с. 50].

Полимерные материалы легко наносятся вручную на поверхность любой конфигурации, образуя бесшовную мембрану толщиной 1,5-3,0 мм. Такая гидроизоляция не требует применения дорогостоящего оборудования, как, например, напыляемая полимерная гидроизоляция, нет необходимости в квалифицированных операторах аппаратов безвоздушного напыления.

Несомненно, скорость производства работ при гидроизоляции паркингов полимерными мембранами значительно меньше, чем при напылении, однако часто этот фактор не является решающим.

В качестве гидроизоляционных материалов при устройстве полимерных мембран ручного нанесения чаще всего используются одно- или двухкомпонентные полиуретановые системы, значительно реже – системы на основе каучуков или полимочевины ручного нанесения. Полимерные мембраны на основе таких материалов имеют превосходную эластичность, позволяющая перекрывать трещины раскрытием до 2,0 мм, высокую химическую стойкость, достаточно высокую адгезионную прочность к бетону и металлу. Долговечность полимерных мембран ручного нанесения не менее 15-25 лет.

К недостаткам полимерных мастичных гидроизоляционных материалов относится необходимость тщательной подготовки защищаемой поверхности, невозможность нанесения их на мокрую поверхность, необходимость защиты полимерной мембраны от повреждений в процессе эксплуатации. Если бетонные подложки будут влажными, то жидкие мембраны не приклеятся к ним, вследствие чего, возникнут пузыри или отслоения.

В случаях, когда позволяет время и влажность защищаемой бетонной поверхности для гидроизоляции конструкций паркингов оптимальным решением может быть устройство гидрозащитной мембраны на основе однокомпонентных или двухкомпонентных битумно-полимерных мастичных материалов. Битумно-полимерные гидроизоляционные мембраны отличаются высокой эластичностью, хорошей адгезией к бетону, способностью перекрывать трещины раскрытием до 5,0 мм. Однако, несмотря на хорошие физико-механические параметры, мастичные составы уступают напыляемым битумно-латексным по прочности, деформативности и долговечности.

Гидроизоляционные битумно-полимерные мастики наносятся шпателем или путем распыления, образуя защитный водонепроницаемый слой. Покрытие наносится в два-четыре слоя общей толщиной 4-6 мм в зависимости от вида водной нагрузки. Для полной полимеризации материала в промежуточном слое, его толщина не должна превышать 1,5 мм. Каждый последующий слой может наноситься только после полного отвердевания предыдущего. Перед нанесением последующего слоя предыдущий должен обязательно просохнуть и затвердеть. При нарушении этого правила возникает риск межслойного расслоения битумно-полимерного покрытия. Несоблюдение технологии нанесения покрытия может также вызвать нарушение адгезии мастичной изоляции к основе. При нанесении первого слоя крайне желательно его армирование стеклотканью весом 120 г/м2.

Заключение

Весьма важно соблюдать толщину промежуточных слоев, так как от толщины конечного слоя в значительной степени зависит водонепроницаемость и долговечность битумно-полимерной мембраны. Чтобы улучшить адгезию необходимо обязательная огрунтовка подготовленной поверхности при помощи специальных праймеров.

Библиографический список:

1. Абелев М.Ю. Основания и фундаменты. Учебник. - М.: Высшая школа, 2012.
2. Кочергин С.М. Дренажные системы и очистные сооружения. – М.: стройИнформ, 2014.
3. Теличенко В.И. и др. Технология возведения зданий и сооружений. - М.: Высшая школа, 2011.
4. Хомидова М.А. Технология возведения зданий и сооружений. – М.: ФГА, 2014.
5. Шершевский И.А. Конструирование гражданских зданий. – М.: Техпром, 2016.

Гришин Александр Владимирович.
Grishin Alexandr Vladimirovich
Студент.
Сибирский Федеральный Университет.
E-mail: mdou160@mail.ru

УДК 624

ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ (SLS)

TECHNOLOGY OF SELECTIVE LASER SINTERING

Аннотация: В статье описана технология селективного лазерного спекания (SLS). Перечислены отдельные технологии печати. Приведены преимущества технологии.

Abstract: The article describes the technology of selective laser sintering (SLS). Separate printing technologies are listed. Advantages of the technology are given.

Ключевые слова:Селективное спекание; 3D-принтер; 3D-печать; Строительство

Keywords: Selective sintering; 3D-printer; 3D-printing; Building

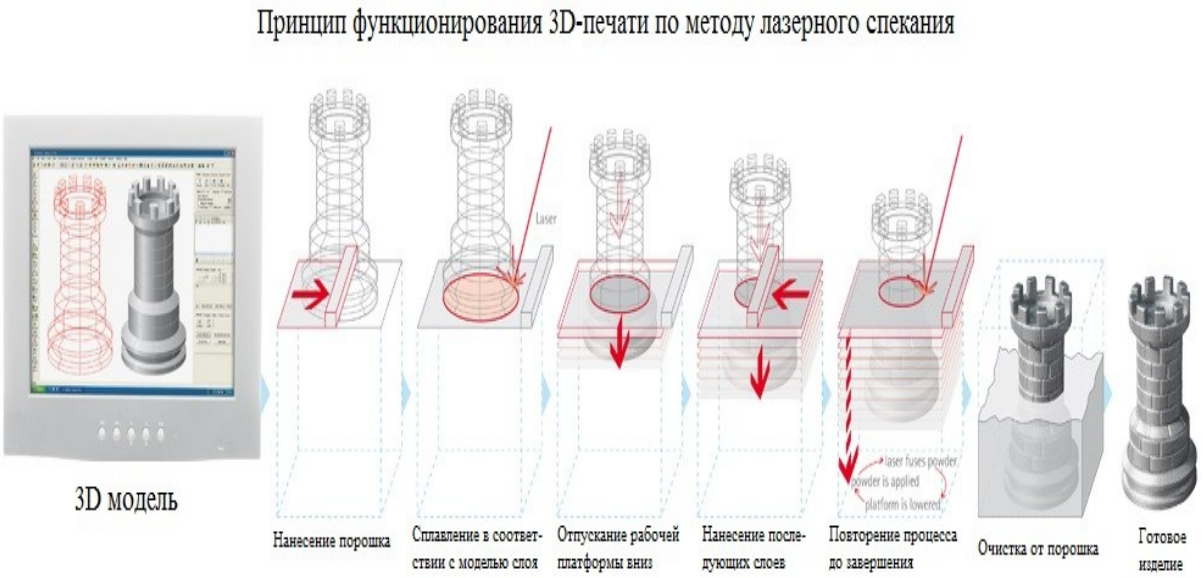
Введение

Немало впечатляющих изобретений и удивительных открытий успела нам преподнести технология 3D печати. Значительную полезность трехмерная печать принесла в разные сферы жизнедеятельности (медицина, космонавтика, машиностроение, архитектура, дизайн, ювелирное производство, оборонная промышленность, строительный бизнес и т.д.).

Поле деятельности по-прежнему значительно большое, и исследователи со всего мира трудятся над проектами, которые внесут ещё большие перемены в этой отрасли. Трехмерную печать считают одним из главных открытий двадцать первого века, на самом деле аддитивные технологии возникли несколько раньше. 3D принтер – печатное оборудование для создания высокоточных макетов и изделий по образцам трехмерных виртуальных моделей. Принцип действия таких аппаратов заключается в послойном «выращивании» заданного объекта из различных рабочих материалов (полимеров, пластикатов, смол, металла, целлюлозы, керамики, металлических наночастиц).

Существуют следующие технологии печати: -селективное лазерное плавление SLM (Selective Laser Melting) -электронно-лучевая плавка EBM (Electron Beam Melting) . -нанесение термопластов FDM (Fused Deposition Modeling) -распыление термопластов BPM (Ballistic Particle Manufacturing) -моделирование при помощи склейки LOM (Laminated Object Modeling) -технология многосопельного моделирования MJM (Multi Jet Modeling) -селективное лазерное спекание порошков SLS (Selective Laser Sintering) Селективное лазерное спекание (SLS) - важное направление аддитивных технологий (Рисунок 1). Осуществляется на основе лазерных излучателей высокой мощности. Тонкий слой порошкообразного рабочего материала, находящегося в соответствующей камере, переносится на рабочую платформу равномерным тонким слоем с помощью специального ролика - разравнивателя порошка. Лазерный луч, направление которого меняется подвижным зеркалом, описывает на нанесенном слое порошка текущее сечение модели. Так как лазерный луч является сфокусированным источником тепла, проистекает спекание гранул материала, вследствие которого на том месте, где проходил лазерный луч, создастся твердый полимер. Следовательно, на данном периоде создается очередной слой будущей детали. Подвижная платформа рабочей камеры опускается вниз (как правило, на доли миллиметра) для того, чтобы была возможность нанести следующий слой материала сверх отвердевшего. Одновременно с этим подвижное дно в камере для подачи порошка поднимается вверх. С помощью разравнивателя равномерно наносится следующий слой порошка в рабочей камере сверх предыдущего, под действием лазера новый слой затвердевает и спекается с предыдущим, и т.д. Действия повторяются до тех пор, пока не будет готова вся модель.

Следовательно, распечатываемая деталь словно выращивается снизу вверх. Нужды в поддерживающем материале не требуется, так как незатвердевший порошок окружает модель и поддерживает все ее части на протяжении всего процесса 3D-печати.



Сфера применения SLS технологии обширна: детали силовых установок, авиастроение, машиностроение, космонавтика, оборудования для бизнеса, электрические приборы, дизайн. Рисунок 1 –Схема работы 3D-принтера по технологии SLS.

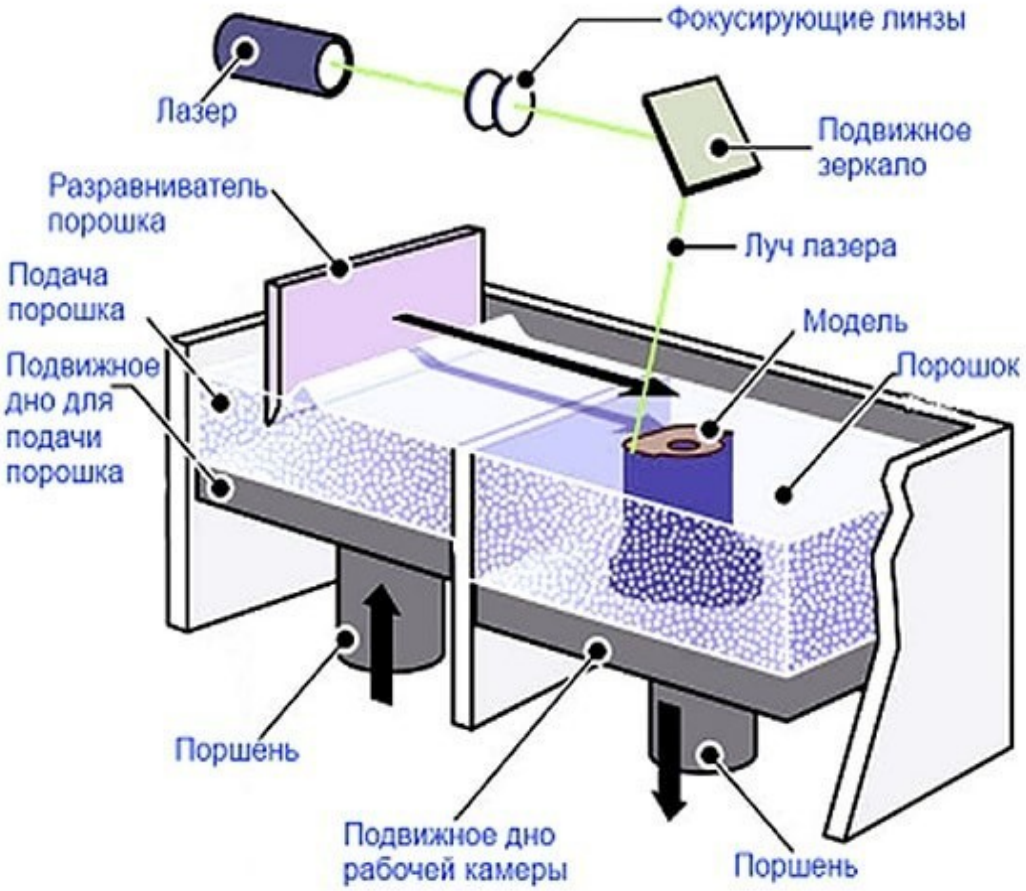


Рисунок 1 –Схема работы 3D-принтера по технологии SLS.

В отличие от таких методов аддитивного производства, как Стереолитография (SLA) или моделирования методом послойного наплавления (FDM), SLS не требует построения опорных структур. Навесные части модели поддерживаются неизрасходованным материалом. Такой

подход позволяет добиться практически неограниченной геометрической сложности изготовляемых моделей

Заключение

Преимущества технологии селективного лазерного спекания: - Высокая производительность: SLS-принтеры не нуждаются в полном расплавлении частиц материала, что позволяет им работать гораздо быстрее других порошковых 3D-принтеров. - Прекрасные механические свойства готовой продукции: высокая прочность, точность построения, качественные поверхности. - Оборудование для SLS-печати оснащается большими камерами построения (до 750 мм), что позволяет изготавливать большие изделия или целые партии небольших объектов за одну печатную сессию. - В сравнении с другими методами аддитивного производства, SLS отличается высокой универсальностью в плане выбора расходных материалов. Сюда входят различные полимеры (например, нейлон или полистирол), металлы и сплавы (сталь, титан, драгоценные металлы, кобальт-хромовые сплавы и др.), а также композиты и песчаные смеси.

- Не требует материала поддержки: процесс практически безотходен, неиспользованный материал может повторно использоваться для печати. Сложные металлические детали, распечатанные по технологии SLS. Рисунок 2,3. Рисунок 2,3 – Сложные металлические детали.

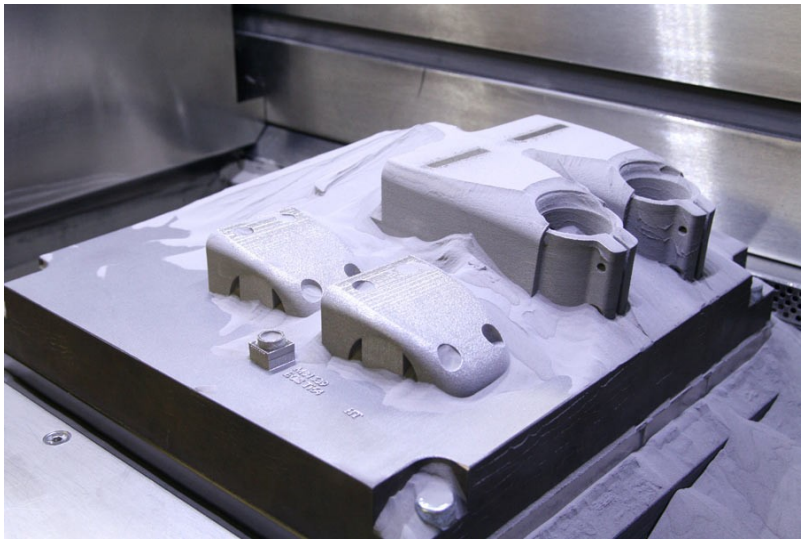


Рисунок 2 - Сложные металлические детали, распечатанные по технологии SLS

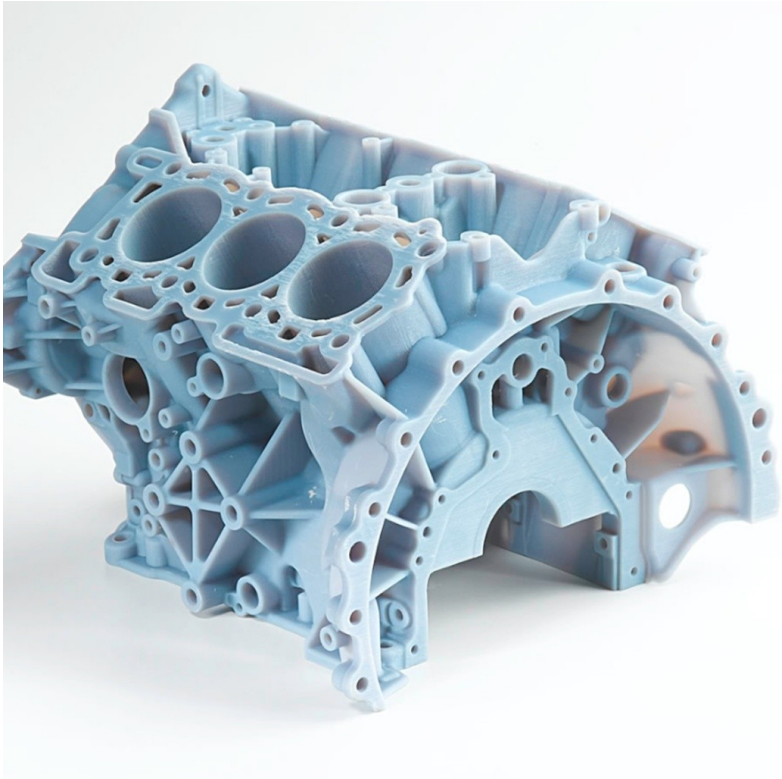


Рисунок 3 - Сложные металлические детали, распечатанные по технологии SLS

Библиографический список:

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. //Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. Пособие для вузов / Под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, - 2006. - 664с.

2. Слюсар, В.И. //Фабрика в каждый дом. Вокруг света. - № 1 (2808).- Январь, - 2008. С. 96 - 102. © Султанова Ф.Р., Нам И.Э., Мирзахакимов С.Б., 2016 УДК 004.67 В.А.

Шпильман Александр Владимирович
Студент
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет, Санкт-Петербург
Shpilman Alexandr Vladimirovich
Student
Saint Petersburg State Electrotechnical University, St. Petersburg
E-mail: shpilman_95@mail.ru

УДК 004.4

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДАХ.

THE RANDOM NUMBER GENERATOR IN A SIMULATION.

Аннотация . Рассматриваются и сравниваются генераторы случайных чисел (гсч) в программных системах при экспоненциальном распределении.

Abstract. Considered and compared random number generators (RNG) about a exponential distribution.

Ключевые слова: генератор, моделирование, распределение.

Key words: generator, modeling, distribution.

Многофункциональность процессорных измерительных средств, усложнениие выполняемых алгоритмов измерений, наличие програмной части и возможность менять при фиксированной аппаратной части посредством изменения измерительного программного обеспечения потребовали дальнейшего развития алгоритмического обеспечения анализа характеритсик погрешностей результатов имерений и метрологических характеристик средств измерений с использованием как расчетных методов, так и иммитационного моделирования. Это повлекло за собой необходимость в формализованном представлении априорной информации о свойствах входных воздействий, средств измерений (включая аналоговые) и условий,используемой при римеоценивании характеристик погрешностей и метрологических харктеристик. Степень адекватности используемой априорной информации реальности устанавливают с помощью метрологического эксперимента.

В настоящее время использование иммитационного моделирования-быстро развивающееся и перспективное направление в мире в связи с компьютеризацией всех сфер деятельности человека. В современной метрологии использование имитационного моделирования для метрологического анализа результатов измерений весьма перспективно, так как требует меньших затрат времени и средств, с возможностью неоднократного повторения эксперимента.

Имитационное моделирование требует использования большого количества случайных величин. Моделирование этих случайных величин может быть выполнено на основе наблюдений за реальной системой. Результаты наблюдений могут быть использованы в модели либо непосредственно , либо через генераторы случайных чисел, воспроизводящие их статистические аналоги.

Программные генераторы равномерно распределенных чисел рассчитывают каждое новое число на основе одного или нескольких предшествующих чисел в соответствии с заданной математической формулой. Таким образом, получаемые числа являются полностью детерминированными и возможно повторение прогона с той же последовательностью получаемых величин. Это свойство является важным преимуществом программных генераторов, т.к. дает возможность сравнивать варианты организации системы при одинаковой нагрузке. Отсутствие дополнительного оборудования и необходимости многократных проверок программных генераторов также являются достоинствами этого подхода.

Генерация случайных чисел может проводится для нормального и равномерного распределения.

Экспоненциальное распределение.

Случайная величина X распределена по *показательному закону* распределения с параметром λ, если её плотность вероятности имеет вид:

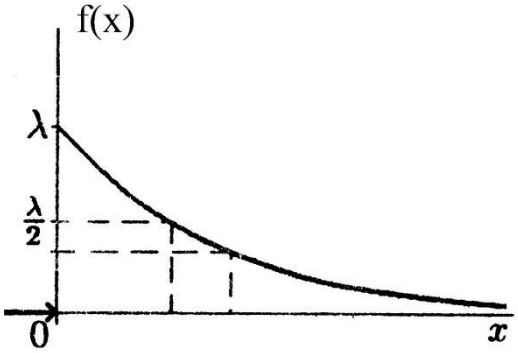
$$f(x)=\begin{cases} 0, при\ x<0 \\ \lambda\cdot e^{-\lambda\cdot x}, при x\geq 0 \end{cases}$$

Функция распределения имеет вид:

$$F(x)=\begin{cases} 0, при\ x<0 \\ 1-e^{-\lambda\cdot x}, при\ x\geq 0 \end{cases}$$

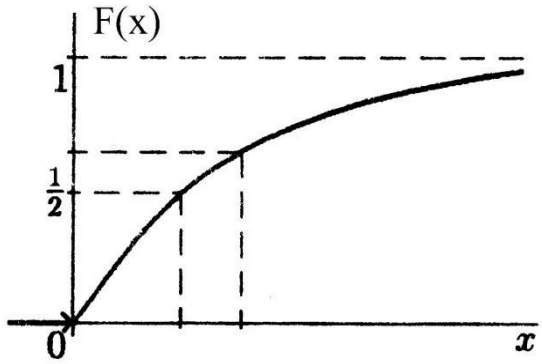
Математическое ожидание и дисперсия для случайной величины, распределенной по показательному закону, находятся по формулам:

$$M(X)=\frac{1}{\lambda};\ D(X)=\frac{1}{\lambda^2}$$



$$f(0)=\lambda\cdot e^0=\lambda$$

$$f(\infty)=\lambda\cdot e^{-\infty}=\frac{\lambda}{e^{\infty}}\to 0$$



$F(0)=1-e^{0}=1-1=0$

$F(\infty)=1-e^{-\infty}=1-\frac{1}{e^{\infty}}=1-0=1$

То есть при $x \to \infty, F(x) \to 1$

Генератор случайных чисел в Mathcad, Matlab.

В Matlab генерация вектора по экспоненциальному закону распределения вероятности с помощью функции y=exprnd(a,m) ,где a-параметр распределения, m-размерность вектора.

```
>> a=0.7;
>> m=[1 10];
>> r=exprnd(a,m)

r =

    0.1434    0.0693    1.4446    0.0634    0.3208    1.6292    0.8948    0.4225    0.0304    0.0250

>> y=mean(r)

y =

    0.5043

>> q=var(r)

q =

    0.3678

>> z=sqrt(q)

z =

    0.6065
```

Mathcad для генерирования случайных чисел по экспоненциальному закону использует функцию y=rexp(m,a)) ,где a-параметр распределения, m-размерность вектора.

$a := 0.7$ –параметр распределения

$m := 10$ –количество элементов

$r := rexp(m, a) =$

	0
0	2.116
1	1.271
2	0.664
3	1.136
4	0.735
5	0.224
6	0.672
7	0.814
8	2.416
9	0.841

–полученный массив

$y := mean(r) = 1.089$ –среднее арифметическоевс всех элементов массива r

$q := var(r) = 0.422$ –дисперсия элементов массива r

$z := \sqrt{q} = 0.649$ –среднеквадратичное отклонение

Для сравнения были изучены свойства генераторов в программных средах Matlab и Mathcad. Датчиками случайных чисел генерировалась последовательность объемом N=10 по экспоненциальному закону распределения вероятности .

Приведем результаты расчетов для равномерного закона распределения.

В программной системе Mathcad

M(x)=1,089

D(X)=0,422 σ(x)=0,649

В программной системе Matlab

M(x)=0,5043

D(X)=0,3678 σ(x)=0,6065

Самое малое значение дисперсии D(X) при генерации случайных величин(гсч) получено в среде Matlab. Если дисперсия маленькая - значения сравнительно близки друг к другу. Следовательно можно сделать вывод, что в данном случае для получения однородной совокупности и надежной(типичной) средней величины удобнее использовать генератор случайных чисел(гсч) в программе Matlab.

Библиографический список:

1.Э.И.ЦВЕТКОВ «Основы Математической Метрологии»

2. И.В. Герасимов , В.А. Калмычков. «Представление данных ,исследование и визуализация данных в среде «MATLAB»»

3. А.П. Немирко , Л.А. Манило. «Обработка данных в среде «MATLAB»»

.

Кондратьева Елена Сергеевна
Kondrateva Elena
Магистр 2−го курса
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
E-mail: elenakobdrateva92@mail.ru

УДК 621.357.12

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ АЛЮМОХЛОРИДНЫХ РАСТВОРОВ ОТ ПРИМЕСЕЙ ЖЕЛЕЗА

DEVELOPMENT OF PURIFICATION METHOD ALUMINUM CHLORIDE SOLUTION FROM IRON BY ELECTROCHEMICAL METHOD

Аннотация: В статье рассмотрена принципиальная возможность применения кислотных способов для переработки низкосортного высококремнистого алюминиевого сырья. Все они обладают рядом недостатков по сравнению со щелочными и, в первую очередь, при очистке растворов от железа. Поэтому кислотные способы не нашли применения в промышленности. В связи с этим было принято решение о разработке новой технологии очистки алюмохлоридного раствора от железа электрохимическим способом. При этом были определены оптимальные условия проведения процесса, т.е. температура, плотность тока и кислотность раствора, позволяющие получать гидроксид алюминия с содержанием железа не более 0,005 %. Это позволит снизить общие энергозатраты глиноземного производства, обеспечить получение алюминийсодержащих растворов заданной чистоты и уйти от сложно реализуемой операции селективной кристаллизации хлоридов алюминия и железа методом высаливания.

Abstract: The article considers the possibility in principle of application of acidic methods for processing low-grade high-silicon aluminum raw materials. They all have drawbacks compared to alkaline and, in the first place, when purification of solutions from iron. Therefore, the acid methods have not found application in industry. In this regard, it was decided to develop a new technology of purification aluminum cchloride solution from iron by electrochemical method. When it was determined the optimal conditions of the process, and is the temperature, current density and acidity of the solution, allowing to obtain the hydroxide of aluminum with iron content not more than 0.005 %. This will reduce the total energy consumption for alumina production, to ensure that aluminum-containing solutions of specified purity and escape from the difficult to implement the operation of the selective crystallization of the chlorides of aluminum and iron by salting out.

Ключевые слова: электролиз, электролит, поляризационные кривые, водородное перенапряжение, равновесный потенциал, стальной катод, алюминиевый анод, алюмохлоридный раствор, плотность тока, pH раствора.

Keywords: electrolysis, electrolyte, polarization curves, hydrogen overvoltage, steel cathode, aluminum anode, solution, current density, pH of the solution.

Введение

В настоящее время, в Российской Федерации имеется ограниченное количество качественного алюминийсодержащего минерального сырья. Данное сырье необходимо для получения металлургического глинозема, и оно в значительных объемах импортируется из-за рубежа. К слову, металлургический глинозем – это основное сырье для получения алюминия, который в свою очередь является стратегически важным металлом.

В нашей стране, в непосредственной близости от глиноземных предприятий, имеются огромные запасы низкосортного алюминийсодержащего сырья. Эти запасы исчисляются сотнями миллионов тонн. Низкосортное сырье перерабатывается по комплексной кислотно-щелочной технологии.

Сырьём для получения глинозема могут служить некоторые виды высококремнистых маложелезистых алюминиевых руд. Такие как низкосортные бокситы, нефелины, алуниты, каолиновые глины [1]. Сущность технологии заключается в переводе алюминия в состав растворимой соли с получением алюмохлоридного раствора [2]. Данная соль содержит нежелательные примеси железа, которое впоследствии ухудшает качество получаемого глинозема.

Одной из основных проблем кислотно-щелочной технологии является разделение солей алюминия и железа. Анализ литературных источников по имеющимся технологиям и обзор современного уровня техники и технологий в результате патентных исследований позволил сделать определенные выводы.

Большинство из разработанных и в некоторых случаях применяемых в промышленности способов переработки высококремнистых алюминиевых руд на глинозем щелочным методом (в частности способы спекания с известняком) характеризуется большими материальными потоками, высоким расходом топлива и значительными капитальными затратами. Для осуществления селективного разделения глинозема и кремнезема требуется большое количество реагентов (известняка и щелочи), которые зачастую не регенерируются. В том случае, когда они частично регенерируются, как это имеет место при химическом обогащении щелочным методом, получают силикаты, которые обусловливают большие потери реагентов [3]. Поэтому во всем мире интенсивно проводятся исследования по разработке более рациональных способов переработки высококремнистого алюминиевого сырья.

В связи с этим, главной целью работы являлось разработка способа очистки алюмохлоридных растворов от примесей железа.

Работа делится на три глобальных направления, а это:

− изучение химизма процесса;

− исследование закономерностей и факторов, влияющих на процесс;

− разработка технических решений по аппаратурному оформлению данного процесса.

Очистка алюмохлоридных растворов осуществляется электрохимическим методом. Применение электрохимического метода в технологиях получения глинозема является новой идеей и пока не имеет аналогов. Целью метода является электроосаждение железа на стальном катоде из

маточного раствора. В ходе электролиза будет происходить очистка алюмохлоридного раствора от железа и насыщение его алюминием, вследствие растворения алюминиевого анода. Сталь, как материал для изготовления катода позволяет достигнуть перенапряжения водорода.

Согласно рекомбинационной теории наиболее медленной стадией является образование молекул из адсорбированного водорода. То есть рекомбинация водорода идет очень медленно. Поэтому в процессе электролиза содержание атомного водорода на поверхности электрода превышает равновесную концентрацию. А это сдвигает катодный потенциал в отрицательную сторону [4].

Именно на этом явлении основан разрабатываемый способ. Применение алюминия в качестве материала для анода дает возможность вести процесс очистки алюмохлоридного раствора без внесения дополнительных примесей в электролит.

Проведение серии экспериментов дало возможность выявить основные факторы, влияющие на процесс электрохимической очистки алюмохлоридных растворов от примесей железа, а это:

− температура раствора;

− pH электролита;

− плотность тока.

В ходе процесса электролиза происходит совместное выделение катионов железа и водорода, поэтому невозможно получить 100% выход по току железа. Было выявлено, что увеличение температуры приводит к росту тока, идущего на выделение железа, а оптимальная температура раствора должна находиться в диапазоне от 70° С до 85° С.

Изучение влияния кислотности серы показало, что максимальное количество железа возможно получить, если вести процесс при pH от 1 до 3. Это связано с тем, что увеличение кислотности среды pH < 1 приведет к резкому снижению выхода по току железа, а увеличение pH > 3 − к образованию гидроксидов.

Анализ полученных данных показал, что для получения высоких значений выхода по току железа от 75 до 95% необходимо поддерживать катодную плотность тока от 0,01 до 0,15 А/см^2, при этом кислотность алюмохлоридного раствора должна находиться в диапазоне pH от 1 до 3, а температура − 70 ÷ 85° С.

Заключение

При внедрении разрабатываемого способа в комплексную кислотно-щелочную технологию в значительной степени сократится количество потребляемых энергоресурсов, а содержание примеси железа в металлургическом глиноземе уменьшится как минимум на 95%.

Библиографический список:

1. Ю.А. Лайнер. Производство глинозема. «Металлургия цветных металлов». Итоги науки и техники ВИНИТИ АН СССР. 1986. Т. 16. С. 3-63.

2. Д.В. Валеев, Ю.А. Лайнер, Т.С. Вомпе, В.И. Пак. Разделение хлоридов алюминия и железа методом высаливания. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 16, №4(3), 2014.

3. В.И. Москвитин, И.В. Николаев, Б.А. Фомин. Металлургия легких металлов. М. Интермет Инжиниринг, 2005, С. 112-113.

4. А.И. Левин. Теоретические основы электрохимии. «Металлургия», 1972, С.331.

Кузнецов Дмитрий Николаевич
Kuznetsov Dmitry Nikolayevich
Магистр, РГРТУ
E-mail: vpdatlant@yandex.ru

УДК 004.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТОТ ФОРМАНТ РУССКОГО ГЛАСНОГО ЗВУКА «У»

INVESTIGATION OF THE PROBABILISTIC CHARACTERISTICS OF THE FREQUENCIES OF THE FORMANTS OF THE RUSSIAN VOWEL SOUND "U"

Аннотация: Статья посвящена исследованию вероятностных характеристик частот формант русского гласного звука «У». В статье рассматриваются случайные величины частот формант, распределенные по определенному закону, полученные при моделировании с начальными параметрами, которые заданы как случайные величины с нормальным и экспоненциальным законами распределения.

Abstract: The article is devoted to the probabilistic characteristics of the frequencies of the formants of the Russian vowel sound "U". The random values of the formant frequencies, distributed according to a certain law, are obtained in the simulation with initial parameters, which are specified as random variables with normal and exponential distribution laws.

Ключевые слова: Частоты формант, вероятностные характеристики, случайная величина, закон распределения.

Keywords: Formant frequencies, probabilistic characteristics, random value, law of distribution.

Введение

Когда человек говорит, воздух из легких проходит через связки, они колеблются и частота их колебаний называется основной частотой. Но это еще не гласный звук. Далее основной тон воздействует на систему резонаторов, таких как глотка и ротовая полость. У этих резонаторов есть собственные резонансные частоты, они называются частотами формант [1, 56-58]. Частоты формант зависят от размеров резонаторов. Но резонаторы во время произношения одних и тех же звуков не могут иметь всегда постоянные размеры. Поэтом частоты формант не постоянны. Однако при компьютерном синтезе эти формантные частоты для одних и тех же звуков постоянны. В этом и состоит одна из основных проблем машинного синтеза.

Обычно при моделировании параметры трубок рассматривают как константы для данного звука. Но в реальной речи эти параметры не могут быть константами. Т.к. один и тот же человек произнося неоднократно один и тот же звук не может точно воспроизводить эти параметры. Поэтому для уточнения модели следует рассматривать эти параметры как случайные величины.

В настоящей работе, считая параметры трубок случайными величинами с определенными законами распределения, исследовано по каким законам будут распределены резонансные частоты как случайные величины.

Модель синтеза гласного звука «У»

Голосообразующий аппарат при моделировании можно представить как систему трубок рис. 1 с определенными длиной и площадью поперечного сечения [2, 12-14]. Формантные частоты зависят от длин трубок и площадей сечений. При моделировании синтеза гласных звуков носовая полость не учитывается.

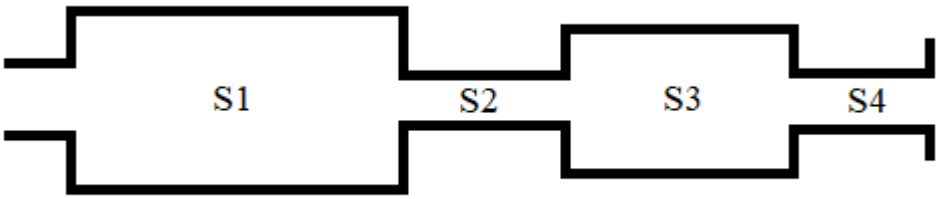


Рис. 1. Схема голосообразующего аппарата.

Секции S1 и S3 на данной схеме глотка и ротовая полость соответственно. Секции S2 и S4 области сжатия спинки языка и ротовое отверстие.

Для нахождения форматных частот в данной модели необходимо решить уравнение [3, 12].

$$\left(X_{21}-X_{11}\right)*\left(\frac{1}{X_{12}}-\frac{1}{X_{22}}\right)-1=0.$$

Где параметры,X_{11}, X_{12}, X_{21} и X_{22} представлены формулами

$$X_{11}=\frac{\rho*c}{PS_1*\sin\left(\frac{\omega*dl_1}{c}\right)};$$

$$X_{12}=\frac{\rho*c}{PS_3*\sin\left(\frac{\omega*dl_3}{c}\right)};$$

$$X_{21}=\frac{\rho*c}{PS_1}*\tan\left(\frac{\omega*dl_1}{2*c}\right)+\frac{2*\rho*c}{PS_2}*\tan\left(\frac{\omega*dl_2}{2*c}\right)+\frac{\rho*c}{PS_3}*\tan\left(\frac{\omega*dl_3}{2*c}\right);$$

$$X_{22}=\frac{\rho*c}{PS_3}*\tan\left(\frac{\omega*dl_3}{2*c}\right)+\frac{2*\rho*c}{PS_4}*\tan\left(\frac{\omega*dl_4}{2*c}\right)+\frac{8*\rho*c}{3*\pi^2*r}.$$

Где параметры ρ = 1.165 кг/м^3 – плотность воздуха, c = 3.53*10^2 м/с – скорость распространения звука и r = 0.0056 м – радиус ротового отверстия. Эти параметры постоянны и не изменяются. Параметры PS1, PS2, PS3 и PS4 являются площадями поперечного сечения трубок, а dl1, dl2, dl3 и dl4 длинами трубок. Данные параметры представлены как случайные величины с определенными законами распределения.

При моделировании фиксировались только первые 4 формантные частоты, т.к. остальные практически не слышны. Для моделирования были взяты следующие параметры:

PS1 = 7.06×10^{-4} м^2 – площадь сечения полости гортани;
dl1 = 0.114 м;
PS2 = 0.441×10^{-4} м^2 – область сжатия спинки языка;
dl2 = 0.03 м;
PS3 = 12.56×10^{-4} м^2 – площадь сечения ротовой полости;
dl3 = 0.02 м ;
PS4 = 0.196×10^{-4} м^2 – область сжатия ротового отверстия;
dl4 = 0.01 м – длина области сжатия.

Результаты моделирования

При моделировании параметры длин трубок и площади поперечного сечения принимались как математические ожидания для генератора случайных чисел. Законы распределения случайных величин задавались как нормальный и экспоненциальный. Количество сгенерированных значений случайных величин равно 1000. В результате моделирования были получены гистограммы, показывающие плотности распределения случайных величин. На их основе сделаны предположения какие формантные частоты по каким законам распределены.

На рис. 2 видно, что параметры PS1 и dl1 заданы как случайные величины с нормальным законом распределения. Остальные параметры имеют аналогичное распределение.

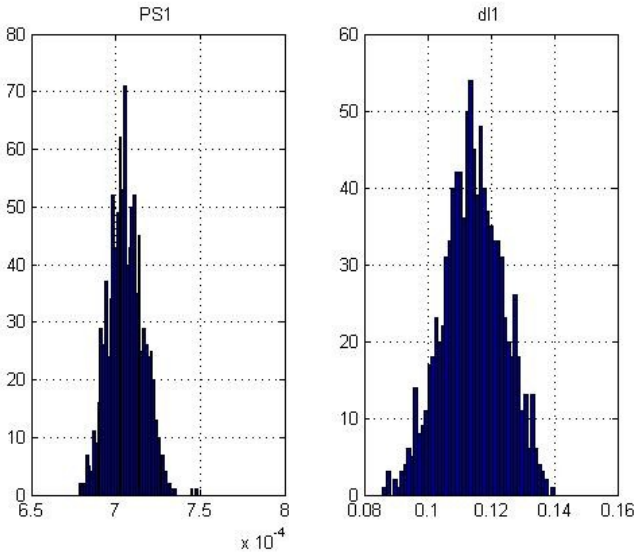


Рис. 2. Случайные величины PS1 и dl1.

В результате гистограммы распределения формант имеют вид (рис. 3)

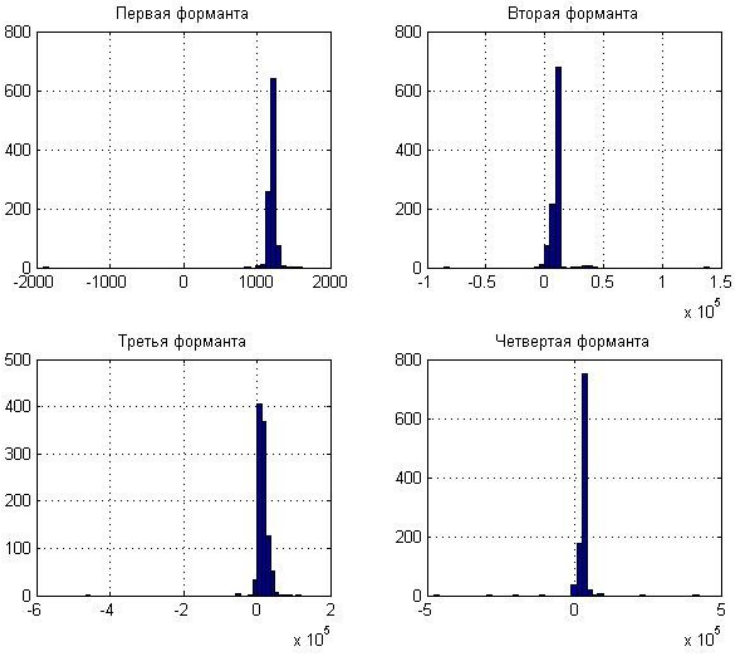


Рис. 3. Распределение случайных величин формантных частот.

Исходя из этого можно предположить, что полученные случайные величины имеют нормальный закон распределения.

Далее для случайных величин площадей сечения и длин трубок задан экспоненциальный закон распределения (Рис. 4)

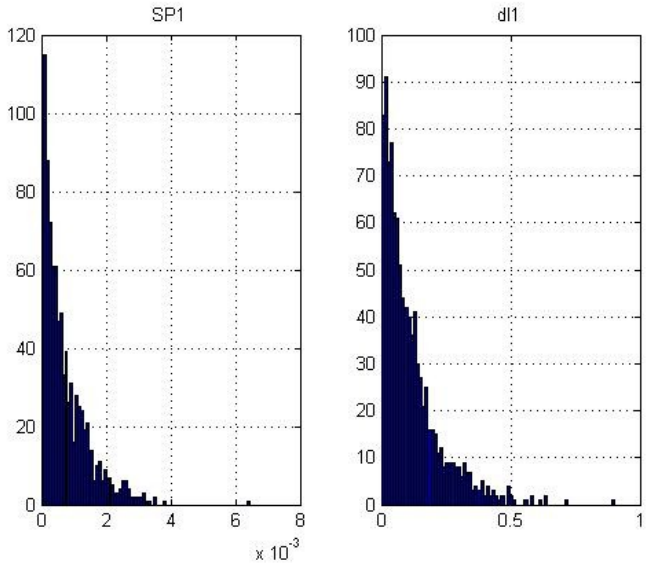


Рис. 4. Случайные величины SP1 и dl1.

Гистограммы распределения формант имеют аналогичный вид (Рис. 5)

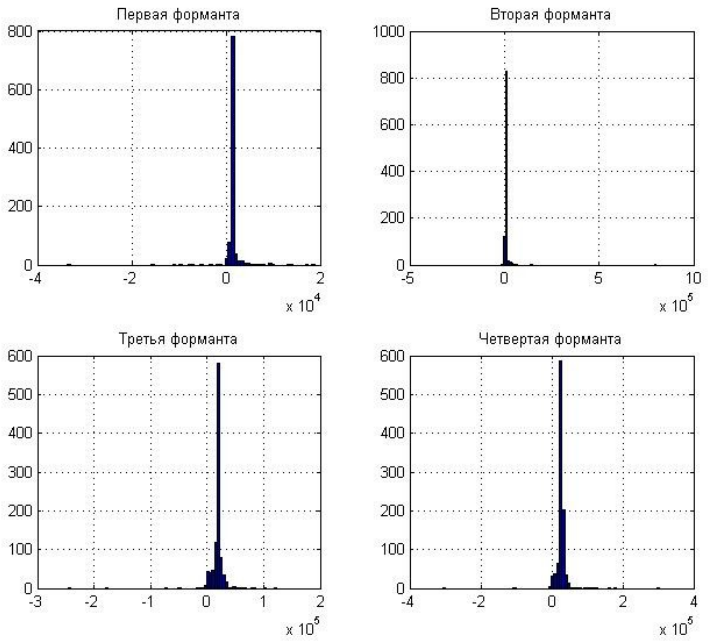


Рис. 5. Распределение случайных величин формантных частот.

На основании чего можно предположить, что случайные величины снова распределены по нормальному закону.

Для случайных величин площадей сечений трубок задан экспоненциальный закон а для длин трубок нормальный (Рис. 6)

Из вида полученных гистограмм (Рис. 7) можно предположить, что формантные частоты распределены по нормальному закону.

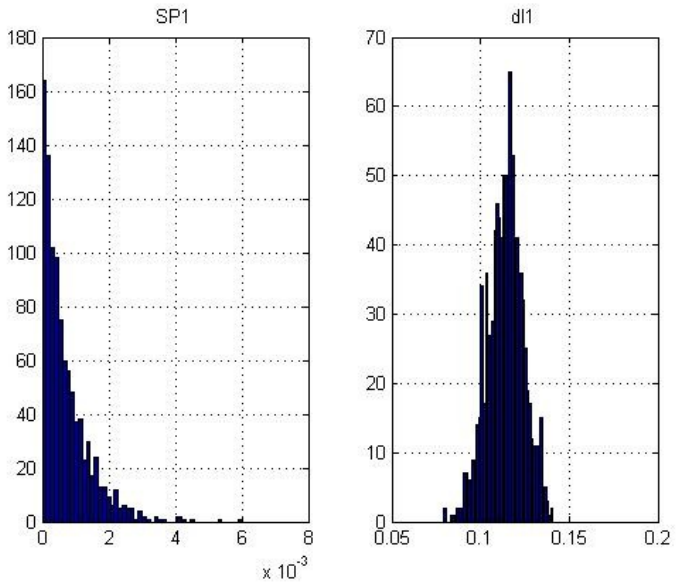


Рис. 6. Случайные величины SP1 и dl1.

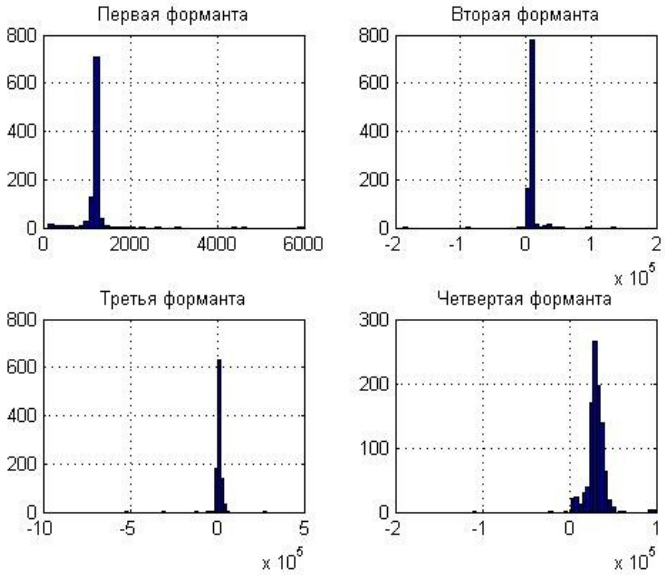


Рис. 7. Распределение случайных величин формантных частот.

Если площади сечений распределены по нормальному закону а длины трубок по экспоненциальному, то гистограммы распределения случайных величин формант имеют вид представленный на рисунке

Исходя из этого можно предположить, что форманты снова распределены по нормальному закону распределения.

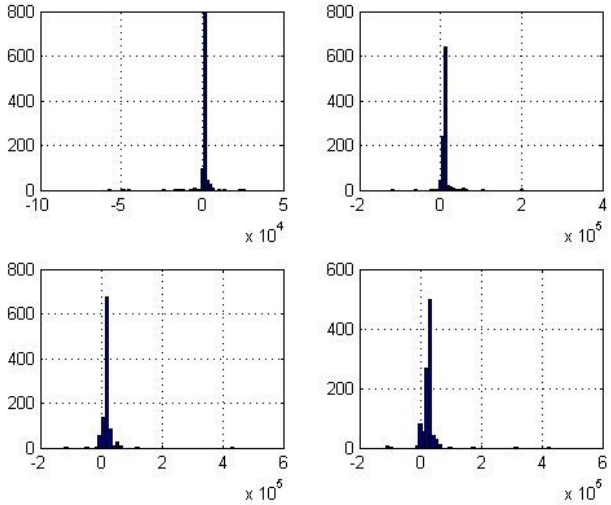


Рис. 8. Распределения случайных величин формантных частот.

Заключение

На основании результатов данного исследования, синтезированную компьютером речь можно приблизить к естественной. Например, вычислять эталонные формантные частоты и представлять их как математические ожидания. Далее генерировать определенное количество значений с нормальным законом распределения. И наконец, используя эти значения, синтезировать речь формантным методом.

Библиографический список:

1. Лобанов Б.М., Цирульник Л.И. Компьютерный синтез и клонирование речи. – Минск: Изд-во «Белорусская наука», 2008.– 316 с.

2. Чистович Л.А., Венцов А.В., Гранстрем М.П и др. В серии «Руководство по физиологии». Ленинград: Изд-во «Наука», 1976. 388 с.

3. Старченко И.Б., Вишневецкий В.Ю. Практикум по курсу «Математическое моделирование биологических процессов и систем». – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 36 с.

Алексеев Георгий Сергеевич
Alekseev Georgij Sergeevich
Студент, ФГАУ ВО «Уральский федеральный университет
Имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия, Институт новых материалов и технологий, кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии». E-mail: georgij.al@yandex.ru

УДК 003.26

СОЗДАНИЕ ФАЙЛА-ЛИЦЕНЗИИ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C#

CREATING THE FILE LICENSE BY THE PROGRAMMING LANGUAGE C#

Аннотация: в статье описывается процесс создания файла-лицензии для защиты программных продуктов от несанкционированного использования, кражи информации и др. Основным инструментом для достижения поставленной цели является криптографический алгоритм шифрования с открытым ключом RSA. Также в работе представлен один из возможных механизмов подписания XML – документа (лицензии) соответствующей парой ключей.

Abstract: the article describes the process of creating the file license for the protection of software products against unauthorized use, information theft etc. the Main tool to achieve this goal is a cryptographic encryption algorithm with RSA public key. Also, the paper presents one of the possible mechanisms of signing an XML document (license) with the corresponding key.

Ключевые слова: лицензия, шифрование, RSA, криптография

Keywords: license, encryption, RSA, cryptography

Что такое лицензирование программного обеспечения? Лицензии на программное обеспечение, как правило, предоставляют пользователю право на использование одной или более копий программного продукта без нарушения авторских прав. Помимо того лицензия определяет обязанности сторон, заключающих лицензионное соглашение (например, когда происходит

установка дистрибутива ОС Windows) и может накладывать определенные ограничения на то, кто, когда и в каком объеме может использовать функционал программы. Отсутствие механизма лицензирования неизбежно ведет к нарушению прав на интеллектуальную собственность. Исключением служат так называемые open-source проекты, при создании которых подразумевается оставить исходный код в открытом доступе.

Наиболее распространенным и относительно простым механизмом лицензирования остается метод шифрования открытым ключом или, как его еще называют, метод ассиметричной криптографии. На самом деле, это целый класс криптографических алгоритмов, которые требуют создания/использования двух отдельных, но вместе с тем строго связанных между собой математически, ключей: т.н. публичного (открытого, public key) и секретного (закрытого, private key). Публичный ключ используется для шифрования открытого текста, сообщения или проверки цифровой подписи, а закрытый – для расшифровки сообщения или для создания цифровой подписи. Понятие ассиметричной криптографии возникло из-за того, что операцию шифрования и дешифрования исполняют два разных ключа в противовес симметричной, где шифрование и шифрование происходит одним ключом [1, 97]. Данные шифруются одним ключом, а их расшифровка возможна только другим. В связи с этой особенностью приватные ключи хранятся на сервере в секрете, а открытый – распространяется вместе с лицензируемым приложением. Когда пользователь получает лицензию, программа может проверить ее подпись открытым ключом и по результатам этой проверки открыть или закрыть доступ к своему функционалу. В данной статье обозревается процесс создания программы C# Windows Forms, реализующей изложенный выше механизм лицензирования.

Чтобы создать генератор лицензий и приватного, публичного ключей создадим сперва главную экранную форму и добавим на нее ряд элементов (см. Рисунок 1 – «Главная экранная форма»):

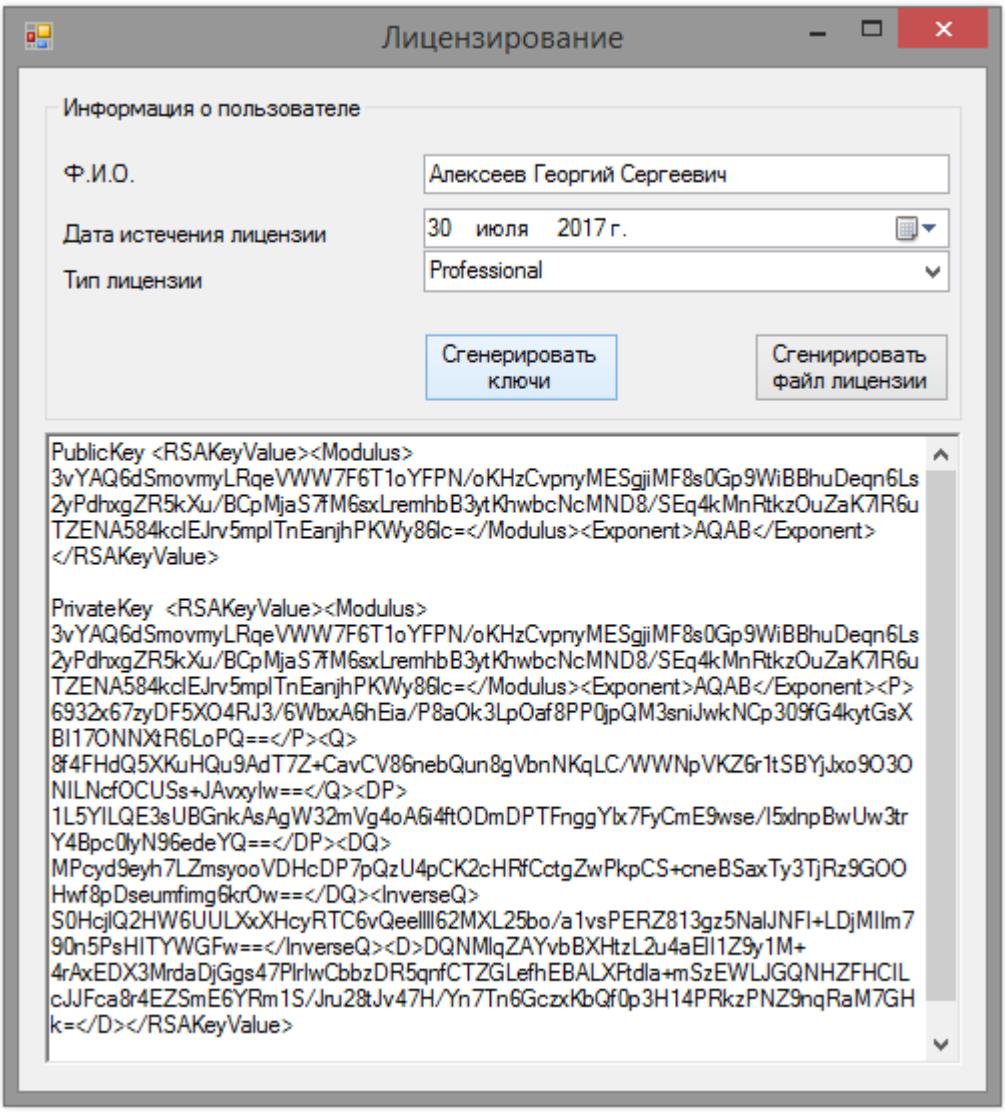


Рисунок 1 - Главная экранная форма

Перечень используемых элементов:

- TextBox – используется для ввода/вывода данных, которые могут быть представлены строками (буквы, цифры, текст). Здесь используются для ввода информации о лицензии и для вывода результатов программы;
- Label – используются для описания других элементов управления. Например, можно использовать Label вместе с TextBox для того, чтобы пользователь имел представление о типе данных, вводимых в TextBox [1];
- ComboBox – имеет структуру выпадающего списка с набором элементом, пользователю доступен выбор одного из них. Здесь из этого элемента управления выбирается тип лицензии для программного продукта;
- DateTimePicker – позволяет выбрать нужную дату без ввода (хотя и имеет такую возможность) символов. В данном случае содержит информацию о дне истечения срока действия лицензии;
- Button – элемент управления представляющий собой кнопку, при нажатии на которую программа выполняет тот или иной блок операторов, возвращает значение. В данной программе кнопки отвечают за создание ключей и создание подписанного файла лицензии (signedXml), содержащего информацию о пользователе, дате окончания лицензии, о типе лицензии;

Программная реализация основной логики программы:

В первую очередь необходимо создать пару ключей по алгоритму RSA [2, 285]. Для этого создадим метод GenerateKeys(), сохраняющий пару ключей на диск C в папку “Licenses”. Внутри метода создается экземпляр класса RSACryptoServiceProvider, выполняющий асимметричное шифрование и расшифровку с помощью реализации алгоритма RSA [3]. В реальных условиях созданный секретный ключ необходимо поместить в недоступное третьей стороне хранилище,

которым может стать, например, смарт – карта [1, 128]. Одна из возможных реализация описанного метода приведена на Рисунке 2 – «Структура метода GenerateKeys()». После выполнения этого блока кода помимо создания двух ключей будет выполнен вывод значений ключей и структуры документа в соответсвтующее окно на форме.

```
private void GenerateKeys()
{
    try
    {
        var rsa = new RSACryptoServiceProvider(1024);

        var publickey = rsa.ToXmlString(false);
        var privateKey = rsa.ToXmlString(true);

        File.WriteAllText(@"C:\Licenses\publicKey.xml", publickey);
        File.WriteAllText(@"C:\Licenses\privateKey.xml", privateKey);
        xml_txt.Text = "PublicKey " + publickey + Environment.NewLine + Environment.NewLine + "PrivateKey  " +
                        privateKey + Environment.NewLine + Environment.NewLine;
    }
    catch (Exception e)
    {
        MessageBox.Show(e.Message);
    }
}
```

Рисунок 2 - Структура метода GenerateKeys()

Во-вторых, нужно создать новый Xml - файл лицензии на основе ранее сгенерированных открытого и закрытого ключей. На этом шаге также можно добавить в генерацию лицензии информацию об аппаратном обеспечении устройства, на который планируется выдача разрешения на использование. На Рисунке 3 – «Метод получения аппаратной информации» приведен пример соответствующий пример.

```
private string GetHardawareId(string Key, string PropertyValue)
{
    var value = string.Empty;
    var searcher = new ManagementObjectSearcher("select * from " + Key);
    foreach (ManagementBaseObject share in searcher.Get())
    {
        value = (String)share.GetPropertyValue(PropertyValue);
    }

    return value;

}
```

Рисунок 3 - Метод получения аппаратной информации

Создадим второй метод, генерирующий лицензию и экспортирующий ее в качестве подписанного Xml – документа (см. Рисунок 4 – «Создание signed Xml»). Подпись исключит подтверждение недействительной (исправленной или поврежденной) лицензии.

```
ссылка: 1
private void CreateLicense()
{
    try
    {
        var privateKey = File.ReadAllText(@"C:\Licenses\privateKey.xml");
        var id = Guid.NewGuid();
        var name = name_txt.Text;
        var expirationDate = dateTimePicker.Value;

        var generator = new LicenseGenerator(privateKey);

        var license = generator.Generate(name, id, expirationDate);
        xml_txt.Text += "License " + license + Environment.NewLine;
        File.WriteAllText(@"C:\Licenses\License.xml", license);
    }
    catch (Exception e)
    {
        Console.WriteLine(e);
        throw;
    }

}
```

Рисунок 4 - Создание signed Xml

В желтой рамке на рисунке выделена строчка кода, в которой программа обращается к особому классу (созданному в ходе выполнения настоящего исследования), в котором непосредственно реализован механизм подписи документа. Обратимся к нему и приведем листинг кода (см. Рисунок 5 – «Метод Generate() класса LicenseGenerator»).

```
/// <summary>
/// Generates a new license
/// </summary>
/// <param name="name">name of the license holder</param>
/// <param name="id">Id of the license holder</param>
/// <param name="expirationDate">expiry date</param>

/// <returns></returns>
ссылка: 1
public string Generate(string name, Guid id, DateTime expirationDate)
{
    using (var rsa = new RSACryptoServiceProvider())
    {
        rsa.FromXmlString(privateKey);
        var doc = CreateDocument(id, name, expirationDate);

        var signature = GetXmlDigitalSignature(doc, rsa);
        doc.FirstChild.AppendChild(doc.ImportNode(signature, true));

        var ms = new MemoryStream();
        var writer = XmlWriter.Create(ms, new XmlWriterSettings
        {
            Indent = true,
            Encoding = Encoding.UTF8
        });
        doc.Save(writer);
        ms.Position = 0;
        return new StreamReader(ms).ReadToEnd();
    }
}
```

Рисунок 5 - Метод Generate() класса LicenseGenerator

В листинге кода представлена исчерпывающая информация, однако обозначим ключевой момент: как можно видеть, подписание документа происходим именно закрытым ключом с использованием уже знакомого экземпляра класса RSACryptographyProvider [3]. После добавления методов GenerateKeys() и GenerateLicense() в обработчики событий соответствующих кнопок получим работоспособный программный продукт для генерации лицензий.

Теперь есть возможность добавить метод проверки лицензии в исходный код программного обеспечения. Это можно сделать при старте программы, при каждом вызове определенного блока кода, в любом месте, где разработчик хотел бы проверить правомочность использования его продукта.

Библиографический список:

1. Бернет С. Криптография. Официальное руководство RSA Security/С. Бернет, С. Пэйн. - М.: Бином - Пресс, 2002.- 384 с. –

2. Menezes A. J. Handbook of Applied Cryptography/ A. J. Menezes, P. V Oorschot., S. A. Vanstone - CRC Press, 1996. - 816 p. -

3. Microsoft. Библиотека классов C# [Электронный ресурс], - https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/mt472912(v=vs.110).aspx – источник в интернете.

Мартынюк Юрий Петрович
Martyniuk Yuriy Petrovich
Магистр естественных наук
Старший преподаватель кафедры электроэнергетики и физики
Костанайского государственного университета им. А. Байтурсынова
E-mail: martyniuk@mail.kz

УДК 520.34

ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТР ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРОННОГО УМНОЖИТЕЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО В РЕЖИМЕ СЧЕТА ФОТОНОВ

A DIGITAL FILTER FOR A PHOTOMULTIPLIER OPERATING IN THE PHOTON COUNTING MODE

Аннотация В статье приводится методика обработки данных, получаемых с фотоэлектронного умножителя, работающего в режиме счета фотонов. Данная методика отличается использованием модифицированного оконного фильтра, что позволило избавиться от недостатков, свойственных таким фильтрам – например, задержки сигнала в фильтре. В качестве функции-ядра фильтра применена функция sin(x)/x, благодаря чему он обладает почти прямоугольной формой амплитудно-частотной характеристики, более надежно выделяя полезный сигнал на фоне шума.

Abstract The article describes a technique of processing data obtained from a photoelectron multiplier operating in the photon counting mode. The technique uses a modified windowed filter, which eliminates the drawbacks of such filters - for example, signal delays in the filter. The sin (x) / x function is used as a base function of the filter kernel so that it has almost rectangular shape of the frequency response, more reliably separating the useful signal from the noise.

Ключевые слова Фотоэлектронный умножитель, оконный фильтр, свертка, цифровая обработка сигналов, режим счета фотонов, фильтрация шумов, оптическое излучение

Keywords Photoelectron multiplier, windowed filter, convolution, digital signal processing, photon counting mode, noise filtering, optical radiation

Фотоэлектронные умножители являются одними из самых чувствительных приемников оптического излучения и находят самое широкое применение в различных областях науки и техники. Они гораздо более доступны и просты в эксплуатации, чем более совершенные лавинные фотодиоды, так как не требуют в большинстве случаев охлаждения и сложной и дорогостоящей регистрирующей и усилительной аппаратуры. Фотоэлектронные умножители могут работать в двух режимах: токовом, в котором регистрируется ток анода умножителя и в режиме счета фотонов, при работе в котором регистрируются отдельные импульсы анодного тока, вызываемые единичными фотонами.

Однако, при регистрации предельно малых световых потоков (порядка сотен-тысяч фотонов в секунду), результаты измерений часто оказываются сильно зашумленными, что затрудняет их дальнейшую обработку и интерпретацию, поэтому данные измерений необходимо подвергать фильтрации. Чаще всего для этого используются фильтры нижних частот, так как световой поток, падающий на фотокатод фотоэлектронного умножителя в большинстве случаев изменяется сравнительно медленно, то есть, большая часть мощности полезного сигнала лежит в области низких частот. Учитывая, что мощность шумов чаще всего распределена по спектру равномерно, применение ФНЧ позволяет легко выделить полезный сигнал.

Предлагаемый метод обработки данных, получаемых с фотоэлектронного умножителя применялся при регистрации оптического излучения, возникающего на начальных этапах образования и роста кристаллов хлорида натрия (кристаллолюминесценции [1]), но может быть применен и в других подобных областях. Импульсы анодного тока фотоэлектронного умножителя регистрировались двоичным счетчиком с частотой дискретизации 30,5 Гц.

Типичная кривая зависимости частоты импульсов анодного тока от времени, прошедшего с начала эксперимента, показана на рисунке 1.

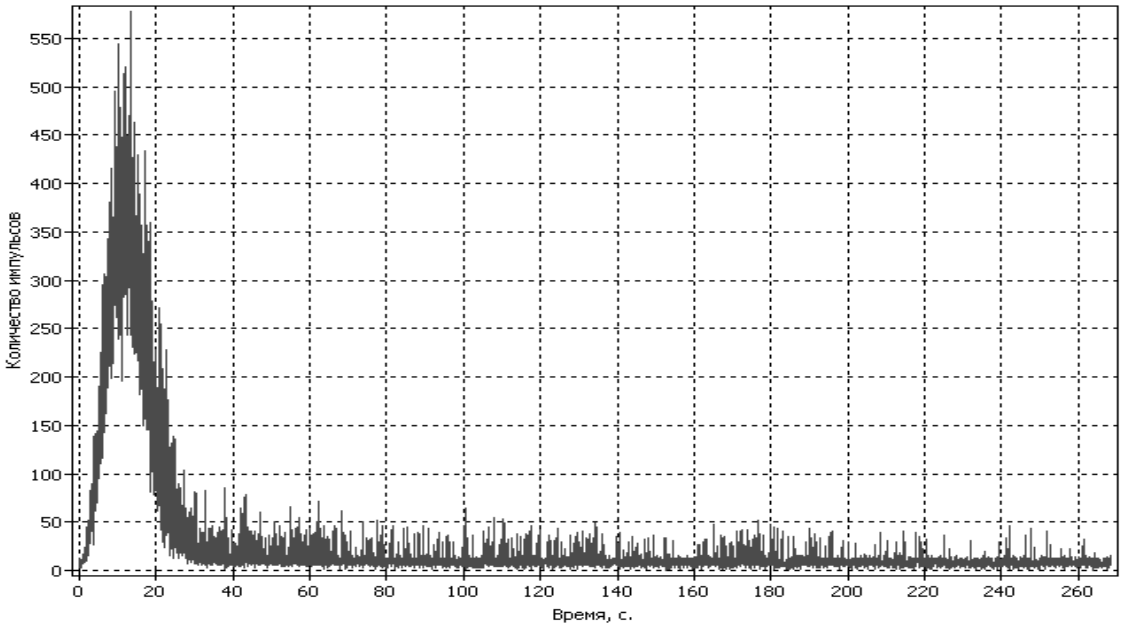


Рис. 1 Типичная кинетическая кривая частоты следования импульсов анодного тока ФЭУ

Для обработки сигнала был выбран оконный SINC-фильтр [2, 261], который имеет очень крутой скат АЧХ и большое затухание в области задержания (до 160-180 дБ), что позволяет полностью подавить шумовую составляющую. Кроме того, как показала практика, при использовании данного фильтра практически не наблюдается перерегулирование, что повышает достоверность результирующих кривых.

Данный фильтр является оконным, то есть, каждый отсчет выходного сигнала является результатом свертки отсчетов исходного сигнала, лежащих в окрестности соответствующей точки и определенной оконной функции (ядра фильтра). Ядро фильтра К, состоящее из М (М-нечетное число) элементов для частоты среза $f \in (0;0{,}5)$, в данном случае задается выражением (1):

$$K_i = \begin{cases} \dfrac{\sin\left(2\pi f\left(i-\dfrac{M}{2}\right)\right)}{i-\dfrac{M}{2}}, & i-\dfrac{M}{2} \neq 0; \\ 2\pi f, & i-\dfrac{M}{2} = 0. \end{cases} \tag{1}$$

Ширина окна М в данном случае выбиралась, равной ближайшему нечетному числу к f^{-1}.

Так как данная функция, в принципе, определена на всей числовой оси, то свертка входного сигнала со всей функцией не представляется возможным, так как приведет к необходимости бесконечного количества вычислительных операций. Поэтому ширина окна и ограничена М отсчетами. Однако, при выделении «куска» функции-ядра, получается фильтр со значительной неравномерностью АЧХ в полосе пропускания и недостаточно крутым скатом характеристики. Для того, чтобы избежать этого, используется дополнительная функция – оконная функция Хэмминга (2).

$$W_i = 0.54 - 0.46\cos\left(\frac{2\pi i}{M}\right); \tag{2}$$

Для того, чтобы коэффициент передачи фильтра в полосе пропускания был равен 1, должно выполняться условие (3):

$$\sum_{i=0}^{M-1} K_i W_i = 1 \tag{3}$$

Синтезированная функция-ядро, как правило, не отвечает этому условию, поэтому вводится поправочный коэффициент s, определяемый по формуле (4):

$$s=\left(\sum_{i=0}^{M-1} K_i W_i\right)^{-1} \tag{4}$$

Таким образом, фильтр, описывается выражением (5):

$$Y_i=\sum_{j=0}^{M-1} X_{i+j} K_j W_j s \tag{5}$$

где X_i - вектор отсчетов входного сигнала, Y_i - выходного.

Легко заметить, что для N отсчетов входного сигнала возможно получить только $N-M$ отсчетов выходного. В большинстве случаев M отсчетов входного сигнала можно опустить, однако, фильтр, реализованный согласно данной формуле имеет еще один недостаток – достаточно заметное время задержки сигнала, из-за чего огибающая заметно отстает от исходного графика. Для устранения указанных недостатков было принято решение расширить пространство отсчетов исходного сигнала в обе стороны, считая, что до начала эксперимента значения всех отсчетов равны первому отсчету, а после окончания – последнему.

Таким образом множество отсчетов X_i преобразуется в множество Z_i согласно формуле (6):

$$Z_i=\begin{cases} X_0 & i<0; \\ X_i & 0\le i\le N-1; \\ X_{N-1} & i>N-1 \end{cases} \tag{6}$$

Была модифицирована и формула свертки, она имеет следующий вид (7):

$$Y_i=\sum_{j=0}^{M-1} Z_{i+j-\frac{M-1}{2}} K_j W_j s \tag{7}$$

Большое значение при использовании фильтров имеет правильный выбор частоты среза. Выбор слишком низкой частоты среза приведет к тому, что часть спектра полезного сигнала будет подавлена фильтром, и результирующий сигнал не будет точно являться огибающей, которую требовалось получить. Выбор же слишком высокой частоты среза приведет к излишнему зашумлению результирующей кривой. Для выбора оптимальной частоты среза следует проанализировать спектр сигнала, являющегося входным для фильтра и выбрать область в нем, которая соответствует требуемому сигналу. В нашем случае это низкочастотная область, амплитуда составляющих в которой лежит выше уровня шумов.

Результат применения фильтра к экспериментальным данным, показанным на рисунке 1, отражен на рисунке 2.

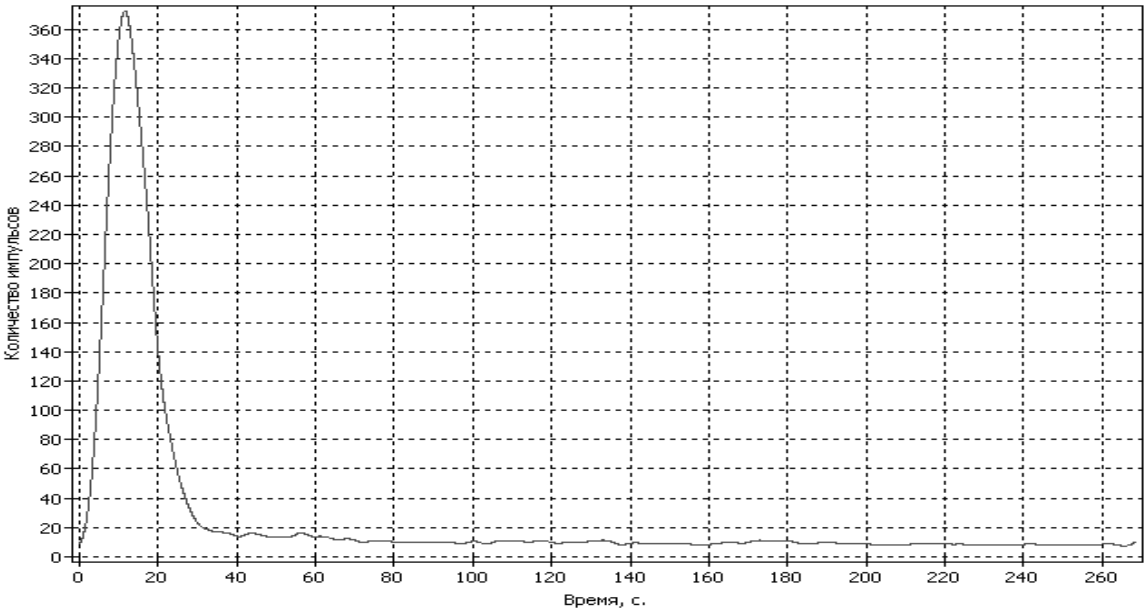


Рис. 2 Итоговая огибающая кривая

Как видно, данная кривая является огибающей графика необработанных экспериментальных данных.

Применение описанного фильтра на практике показало отличные результаты. Фильтр легко может быть запрограммирован на любом из языков программирования высокого уровня. Так как фильтр является оконным, то он может работать и в режиме реального времени.

Библиографический список:

1. Байняшев А. М. Исследование оптического излучения, сопровождающего «быструю» кристаллизацию NACL из раствора. / Материалы II Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: реальность и будущее». Т. VIII. Невинномысск, 2009 г. с. 36-39.

2. Steven W. Smith The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing / California Technical Publishing San Diego, California 1999

Ахан Тургумбаев
аспирант, Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмуллы, г. Уфа
Akhan Turgumbaev
Post-graduate student, Bashkir State Pedagogical University M.Akmulla, Ufa
E-mail: akan.86@mail.ru

УДК 551.242

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О СОВРЕМЕННЫХ ДВИЖЕНИЯХ ЗЕМНОЙ КОРЫ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

GEODETIC DATA ON MODERN MOVEMENTS OF THE EARTH'S CRUST IN CASPIAN DEPRESSION

Аннотация: На многочисленных примерах из различных регионов страны, отличающихся по геологическому строению и ландшафтным физико-географическим условиям, была выявлена высокая научная эффективность и практическая значимость картографических методов при изучении структуры земной коры и современного рельефа. Применение этих методов позволяет с меньшей затратой времени и средств изучать геоморфологические и тектонические особенности района исследований и более правильно определить направление геолого-поисковых работ.

Abstract: Variety of research examples from different regions of the country have shown high scientific efficiency of the cartographic methods in study of the modern relief and Earth's crust .Using these methods can allow to study geomorphologic and tectonic features of the research area. It shows right conditions of the geological work with low expenses of time .

Ключевые слова: нивелирования, тектонические движения земной коры, палеогеоморфология, купол.

Keywords: Leveling, tectonical movements of the crust, dome, Paleomorphology

Современные вековые вертикальные тектонические движения являются типом медленных движений земной коры, среднегодовую скорость которых возможно количественно измерять геодезическими методами. Для этой цели используются повторные и многократные, высокоточные нивелирования, устанавливается высотное смещение геодезических пунктов за определенный

промежуток времени. Ошибки измерения по своим абсолютным величинам значительно меньше численных значений смещения геодезических пунктов – реперов [1].

Современные тектонические движения земной коры на территории Северного Прикаспия изучены еще недостаточно. Имеются данные повторного нивелирования по трассе Сызрань-Астрахань (карта современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы. ГУГК. 1973), а также по отдельным локальным участкам, как например, по Баскунчакскому полигону [1]. Как показали результаты сопоставления данных нивелирования от Сызрани до ст. Урбах, на этом участке трассы систематических изменений высотного положения реперов практически не наблюдается, то есть этому району свойственен одинаковый характер современных тектонических движений [1].

Результаты сопоставления данных повторного нивелирования по линии Урбах-Астрахань в период 1928-1951 гг. показали, что территория Северного Прикаспия относительно Среднего Поволжья испытывает подъем от 0,7 до 3,6 мм в год (карта современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы. ГУГК. 1973), (рис.1). Эти данные в общем неплохо согласуются с теми палеогеоморфологическими и палеогеографическими построениями, которые выполнены нами в результате изучения и сопоставления различных картографических материалов.

В пределах исследованного района изучением современных тектонических движений по данным повторного нивелирования занимался А.А. Свиточ (1968). Им определены скорости роста Эльтонской (1,3 мм/год) и Сайхинской (1,2 мм/год) солянокупольных структур. Также установлено весьма незначительное смещение репера № 221, расположенного в предбортовой зоне Прикаспийской впадины по отношению к начальному пункту нивелирной сети Рп – 2276 (Сызрань). Л.Е. Сетунская (1968) определила скорости роста соляных куполов относительно прилегающей к ним территории. По ее данным относительная средняя скорость поднятия Сайхинского купола составляет +1,0 - +1,1 мм/год, Эльтонского северного +1,0 – 1,2 мм/год, Эльтонского южного - +0,9 – 1,0 мм/год, Шунгайского поднятия - +0,4 – 1,5 мм/год, Джаныбекского поднятия - +0,9 - +1,0 мм/год.

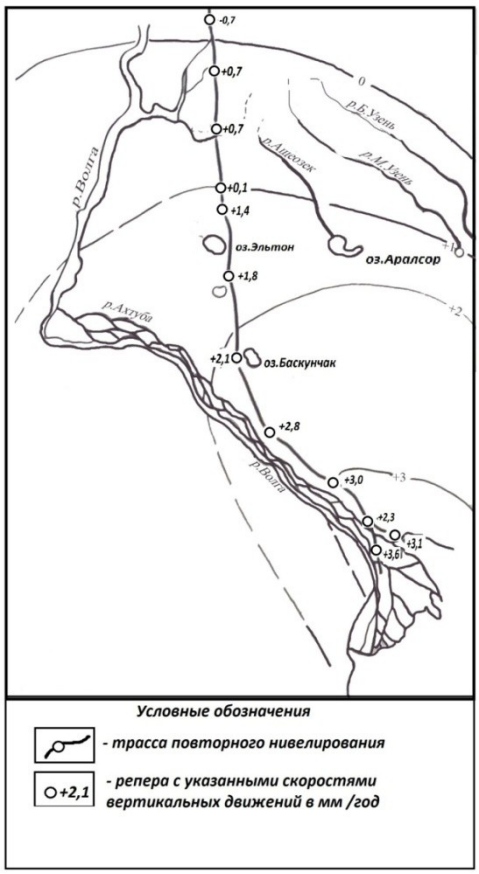


Рис.1. Схема современных вертикальных движений земной коры Прикаспийской впадины (по Ю.А. Мещерякову, Ю.Р. Буланже и др.,1973 г.)

Для установления закономерностей деформаций земной коры на локальных структурах, вызванных соляной тектоникой, и определения фактической скорости подъема соляных куполов в

1951 году на Баскунчакской солянокупольной структуре был заложен нивелирный полигон. Он представляет собой замкнутый нивелирный ход с постоянными реперами, удаленными друг от друга на 2,5 км (рис. 2). Повторное нивелирование выполнялось сотрудниками названного института. Результаты измерений с 1951 по 1964 гг. представлены в работе А.К. Певнева (1968). С материалами нивелирования 1965-1968 гг. автор ознакомился по рукописи статьи Т.В. Гусевой (1970) «О результатах геодезических работ на Баскунчакском полигоне 1965-1968 гг.» Согласно приведенным Т.В. Гусевой (1970) данным, максимальную скорость смещения (+1 - +2,5 мм/год) имеет репер 9, расположенный на Южном гипсовом поле. На Западном гипсовом поле в этом отношении наиболее «активны» 3 и 4 реперы, средняя скорость поднятия которых составляет соответственно +0,7 и +0,9 мм/год.

Результаты многократного повторного нивелирования показывают, что южный купол Баскунчакской солянокупольной структуры имеет большую скорость подъема по сравнению с ее северным и западным куполами. Такое явление объясняют выявленные нами ландшафтные изменения на озере Баскунчак при сравнительном анализе разновременного картографического материала за 100-летний период. В результате активного подъема южного купола происходит отступание береговой линии озера на юге и наступание ее на западе.

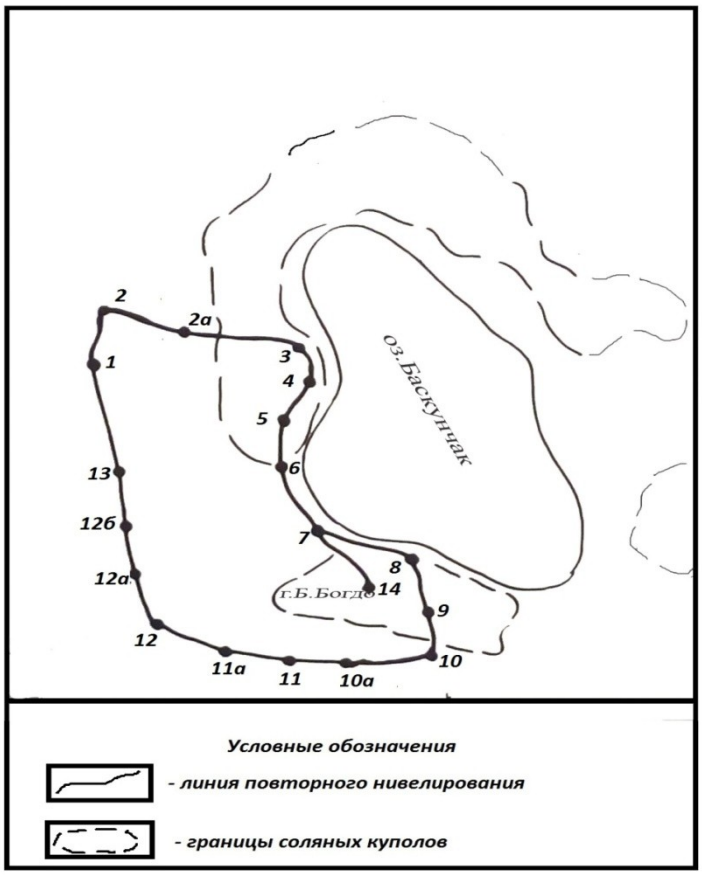


Рис.2. Схема Баскунчакского нивелирного полигона ИФЗ АНСССР (по А.К. Певневу, 1988 г.)

По материалам повторного нивелирования А.К. Певнева (1968) и Т.В. Гусевой (1970) нами составлена схема средних скоростей вертикальных движений земной коры Баскунчакской солянокупольной структуры (рис. 3). На этой схеме видно, что северная граница озера совпадает с линией «нулевых» скоростей.

Здесь очевидно произошло взаимное уравновешивание положительных и отрицательных тектонических движений, чем и объясняется относительная стабильность границ озера в этом районе, отмеченная на разновременных топографических картах. Следует отметить, что репер 14 (рис. 3), расположенный на горе Большое Богдо, имеет среднюю скорость подъема +0,3 мм/год, а репер 9, находящийся в 2,5 км восточнее репера 14 и лежащий на более низком гипсометрическом уровне, имеет среднюю скорость подъема +1,0 мм в год.

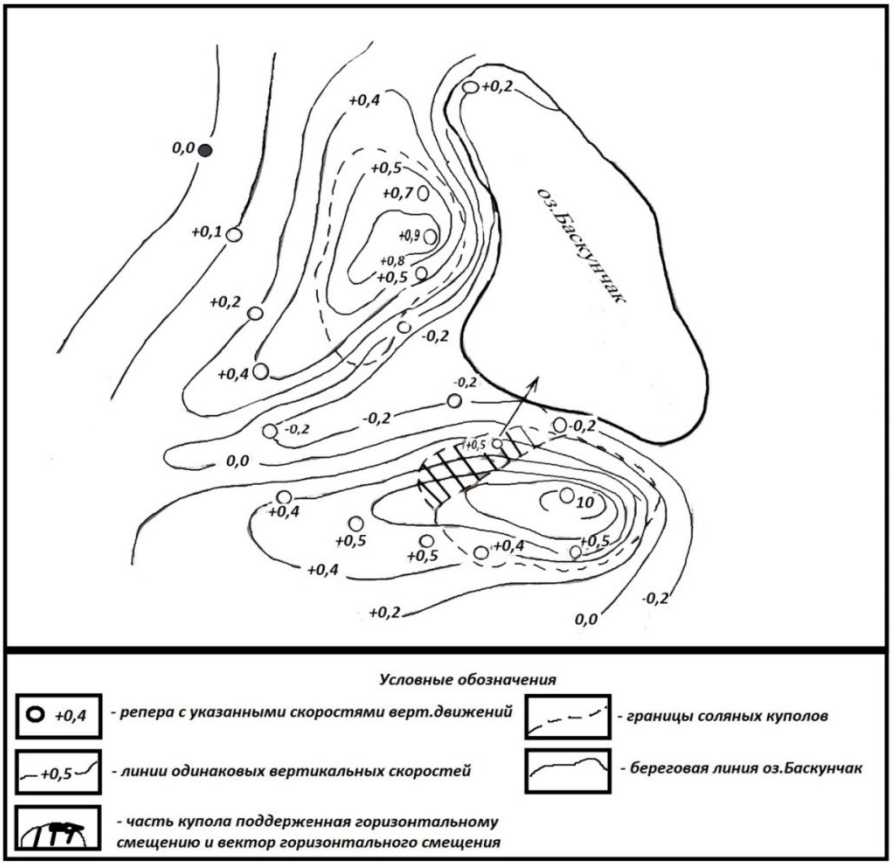


Рис. 3. Карта-схема среднегодовых скоростей вертикальных движений земной коры Баскунчакской солянокупольной структуры

Такое явление В.А. Филькин (1965) объясняет расположением горы на крыле купола. Мы полагаем, что точное совпадение горы с вершиной купола было до тех пор, пока внутренние силы, вызывавшие подъем соляного штока, и силы гравитации поднятых пород, взаимно уравновешивались. В дальнейшем соль, не имея возможности подниматься вверх, вынуждена была мигрировать в сторону и, таким образом, вершина соляного купола оказалась в районе южного гипсового поля, а гора Большое Богдо – на его крыле. В результате таких тектонических перестроек произошел перекос солевого массива, нарушение изостатического равновесия, вследствие чего гора Большое Богдо начала медленно сползать по солевой поверхности в сторону озера Баскунчак.

Методом повторной триангуляции, выполненной Г.Т.-Г. Турикешевым в 1988 г. установлено, что за 28 лет плановое смещение репера, расположенного на вершине горы Большое Богдо, происходило в северо-восточном направлении и составило 55,98 см или в среднем 2 см в год. Эта величина не свободна от ошибок обеих триангуляций, но превосходит их возможную суммарную величину. Неизвестно также влияние экзогенных факторов на монолиты геодезических пунктов, но по опыту прошлых лет развития триангуляции в районах Северного Прикаспия установлено, что эти процессы влияют на смещение центров (монолитов) геодезических знаков очень незначительно.

Вопрос о причинах выявленного горизонтального смещения горных масс горы Б. Богдо в сторону оз. Баскунчак представляет, помимо своей новизны, большой научный интерес. Однако исчерпывающий и однозначный ответ на него при имеющихся немногочисленных инструментальных данных получить нельзя; он остается открытым до получения дополнительных геодезических, геологических и геоморфологических материалов. В качестве возможных причин горизонтального смещения горы Б. Богдо могут быть как эндогенные (горизонтальные тектонические подвижки, упомянутое выше перемещение солевых масс купола вследствие нарушения изостатического равновесия, сдвиги и др.), так и экзогенные (погребенный глубинный карст в пермских соленосных породах горы Б. Богдо) факторы. Учитывая отсутствие геоморфологического проявления поверхностного карста на горе Б. Богдо, мы склонны отдать предпочтение первой причине (тектоническому фактору).

Из всего сказанного следует, что Баскунчакская солянокупольная структура в современный период является тектонически активной и изостатически неуравновешанной.

По данным многократного повторного нивелирования по линии Урбах-Астрахань и Баскунчакского полигона установлено, что в пределах исследованного района с максимальной скоростью поднимается южный купол Баскунчакской солянокупольной структуры, а с минимальной – Шунгайское поднятие [2].

Результаты повторного нивелирования объясняют многие ландшафтные изменения, выявленные нами при сравнительном анализе разновременного картографического материала за столетний период. Так, например, рост Северного Эльтонского купола происходит на 0,1-0,3 мм/год быстрее Южного, в результате чего произошел перекос ложа Эльтонской озерной котловины, миграция озера и неравномерное развитие овражно-балочной сети на его берегах, о чем говорилось выше. Рост куполов в окрестностях оз. Боткуль также изменяет направление овражно-балочной сети и конфигурацию озера [3, 115 с.].

Подводя итоги сказанному выше, мы приходим к выводу, что повторное нивелирование в пределах Прикаспийской низменности выявило среднегодовые скорости современных движений как всей синеклизы, так и ее отдельных локальных солянокупольных структур. Вертикальные современные движения соляных куполов в пределах морской аккумулятивной равнины вызывают различные геоморфологические и ландшафтные изменения и, таким образом, активно участвуют в формировании современного рельефа ее поверхности. Следствием вертикальных движений могут быть и горизонтальные смещения отдельных вершин солянокупольных поднятий, когда вектор вертикальных движений вследствие нарушения изостатического равновесия разлагается на горизонтальную и наклонную составляющие (гора Большое Богдо).

Список литературы:

1. Певнев А.К. Современные движения земной поверхности в районе Баскунчакской солянокупольной структуры. «Наука» М., 1968. 248 с.

2. Сетунская Л.Е. Изучение современных движений земной коры. «Природа», №3, М., 1968. 168 с.

3. Турикешев Г.Т-Г., Тургумбаев А.А. Структурные особенности современного рельефа и вопросы палеогеоморфологии хвалынского времени Прикаспийской впадины: Монография /– Уральск: РИЦ ЗКГУ им.М.Утемисова, 2016. – 186 с.

Бабков Денис Олегович
Babkov Denis Olegovich
студент
Санкт-Петербургского государственного университета, кафедра диагностики функциональных систем, гр. 408
E-mail: denisbabkov-nv@mail.ru

УДК 51

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВЛИЯНИЯ ДЕВИАЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА НА ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВ

MATHEMATICAL CALCULATION OF THE EFFECT OF DEVIATION OF THE KNEE JOINT ON THE ANKLE JOINT

Аннотация: В данной статье рассматривается влияние девиации коленного сустава на голеностопный сустав.

Annotation: This article examines the impact of deviation of the knee joint on the ankle joint.

Ключевые слова: коленный сустав, голеностопный сустав, математическая модель голеностопного сустава.

Keywords: Knee joint, ankle joint, mathematical model of the ankle joint.

Введение

Коленный сустав (лат. *articulatio genus)* – сустав, соединяющий бедренную кость, большеберцовую кость и надколенник – это один из важнейших элементов организма, обеспечивающий нам возможность передвижения. Обеспечение его целостности и здоровья – необходимые условия для нормального существования человека. Есть множество заболеваний связанных с данным органом. Главным и наиболее частым из них является артроз коленного сустава. [1]

Артроз коленного сустава – это нарушения процесса образования клеток суставного хряща и субхондральной кости вследствие механических или биологических причин: наследственные, эволюционные, метаболические и травматические.[2]

Одним из последствий этого заболевания является повышенная нагрузка на голеностопный сустав. В данной работе мы попытаемся узнать к чему она приведет и выяснить, каким образом это можно использовать.

Математическая модель голеностопного сустава

Прежде всего, рассмотрим схематичное представление нижней части ноги (от стопы до нижней части коленного сустава)

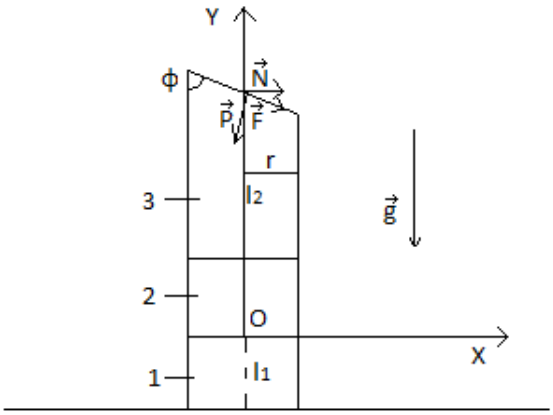


Рис.1

Здесь и в дальнейшем используются обозначения:

l_1 – высота лодыжки
l_2 – длина большеберцовой кости
r – радиус большеберцовой кости
θ_2 – угол поворота сечения II (большеберцовой кости)
ϕ– угол девиации коленного сустава
$\vec{P}$ – вес тела
$\vec{F}$ – проекция силы тяжести на верхнюю грань большеберцовой кости
E – модуль Юнга для сустава
J – момент инерции сечения
$\vec{N}$ – осевое напряжение
S – площадь сечения
$\vec{M}$ – изгибающий момент
1 – лодыжка
2 – сустав
3 – большеберцовая кость

В данной схеме нами были приняты некоторые допущения:

– мы считаем, что сечение сустава представляет собой круг с радиусом r;

– сустав представляет собой упругий цилиндр;

– ширина сустава достаточно незначительна, что бы мы считали начало координат находящимся одновременно и на верхней грани лодыжки и на нижней грани большеберцовой кости;

– мы не рассматриваем сустав как шарнир в сочленении 2-х стержней, в том смысле, что не учитываем трение, возникающее между суставом и костями;

– осевая нагрузка равномерно распределена по всей длине стержня;

– вес тела давящий на коленный сустав равен полному весу человека;

– так как слишком большой изгиб стопы будет травмировать голеностопный сустав, мы ограничим подъем стопы до 5 градусов ($\phi < \frac{\pi}{36}$);

– предполагается, что в оптимальном состоянии верхняя часть большеберцовой кости располагается параллельно земле;

– радиус сустава, большеберцовой кости и лодыжки одинаков;

Расчет влияния девиации коленного сустава на голеностопный

Из-за артроза большеберцовая кость имеет срез на верхней грани, для простоты будем считать, что он направлен в сторону оси X. По это причине осевая нагрузка также направлена в сторону оси X и мы можем выразить осевое напряжение[3] как:

$$N(x)=\frac{F}{S} \qquad (1)$$

$$F=P*\sin\phi \qquad (2)$$

$$S=\frac{\pi*r^2}{\sin\phi} \qquad (3)$$

Из (1),(2),(3) следует:

$$N(x)=\frac{P*\sin^2\phi}{2*r^2*\pi} \qquad (4)$$

Теперь можно вычислить изгибающий момент – момент внешних сил относительно балок [4] – который является суммой всех сил приложенных к балке. Наш случай не дискретный, а потому сумма заменяется интегрированием осевого напряжения по длине бруска:

$$M = r * \int_{-r}^{r} N(x)\,dx \quad (5)$$

Подставляя (4) в (5) получаем:

$$M = \frac{r * P * \sin^2\phi}{2 * r^2 * \pi} * 2 * r = \frac{4}{\pi} * P * \sin^2\phi \quad (6)$$

Между изгибающим моментом и углом поворота сечения I существует связь [5], и ее можно выразить следующим образом:

$$\theta_2(y) = \frac{M * y}{E * J} + C_2 \ (7)$$

Мы предположили, что сечение сустава является кругом. Исходя из данного предположения, мы можем представить[6] J как:

$$J = \frac{\pi * r^4}{4} \quad (8)$$

Для вычисления C_2воспользуемся тем, что на конце больше берцовой кости(y=l) известен:

$$\theta_2(l_2) = \phi \quad (9)$$

Решая систему (7),(9) мы получаем:

$$C_2 = \phi - \frac{4 * P * \sin^2\phi * l_2}{\pi * E * J} \quad (10)$$

Именно этот угол изображен на рис.2

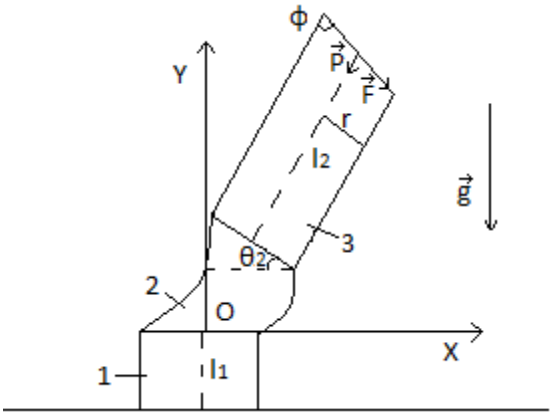


Рис.2

Заключение

Данные расчеты показывают, что чем сильнее девиация, тем больше изгиб голеностопного сустава. Также данная модель показывает, что можно попытаться корректировать девиацию коленного сустава при помощи воздействия на стопу. В дальнейшем эту модель можно улучшить для каждого человека в частности учитывая его особенности.

Библиографический список:

1. Коленный сустав // Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Коленный_сустав
2. Покровский В. И. Малая медицинская энциклопедия. — Советская энциклопедия, 1996. — Т. 4. — 577 с.

3. Лекция 2. Осевое растяжение - сжатие // Файловый архив студентов. URL: http://www.studfiles.ru/preview/4257871/
4. Лекция 6. Плоский изгиб // Сопротивление материалов Электронный учебный курс для студентов очной и заочной формы обучения URL: http://www.soprotmat.ru/izgib.htm
5. Изгиб. определение перемещений. // СОПРОМАТ ОН-ЛАЙН URL: http://sopromat.org/info/4/4_1.php
6. Дарков А.В., Шапиро Г.С. Сопротивление материалов. - М.: Высшая школа, 1975. с. 147

Яковлева Александра Ивановна
младший научный сотрудник, ФГБНУ Якутский научный центр комплексных медицинских проблем, г. Якутск,

Миронова Галина Егоровна
профессор, д.б.н., Институт естественных наук, ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет» им. М.К. Аммосова,
г. Якутск.

Yakovleva A. I.
Junior researcher, FSBSI of the Yakut scientific center of complex medical problems, Yakutsk, E-mail: sashyak@mail.ru
Mironova G. E.
Professor, D. B .N., Institute of natural Sciences, FSASI HPE "North-Eastern Federal University" to them. of M. K. Ammosov, Yakutsk.

УДК 615.32

ФЛАВОНОИДНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПИЖМЫ ОБЫКНОВЕННОЙ TANACETUM VULGARE L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

FLAVONOID SUBSTANCES OF TANSY TANACETUM VULGARE L. GROWING IN THE CENTRAL YAKUTIA

Аннотация: Работа посвящена к изучению химического состава водно-этанольного экстракта цветков пижмы обыкновенной Tanacetum vulgare L., произрастающей в Центральной Якутии. В работе использованы методы колоночной, тонкослойной хроматографии и хромато-масс-спектрометрии. Так, в экстракте из метанольной фракции были идентифицированы: 4 стероидных и 7 флавоноидных веществ; из этилацетатной фракции - один флавоноид и гликозид.

Abstract: The work is dedicated to the study of the chemical composition of water-ethanol extract of flowers of tansy Tanacetum vulgare L. growing in Central Yakutia. The work was used by the methods column, thin-layer chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. So, in the extract from methanol fraction was identified: 4 steroid and 7 flavonoid substances; from ethylacetate fractions - one flavonoid and glycoside.

Ключевые слова. *Пижма обыкновенная, флавоноиды, хроматография.*
Key words. Tansy, flavonoids, chromatography.

Введение

Якутия имеет свою богатую лекарственную флору, в ряде случаев не повторяющуюся в других районах страны. Поэтому изучение растительных ресурсов Сибири и связанный с этим поиск новых лекарственных растений остаются в настоящее время основными задачами биологической и фармацевтической науки.

Установлено, что с увеличением степени экстремальности климатических условий произрастания в тканях ряда видов растений синтезируется большее количество биологически активных веществ в 2-5 раз большим структурным разнообразием [2, 3, 6, 11]. Исследования, затрагивающие структурный анализ

флавоноидов в растениях Якутии, практически отсутствуют, имеются только данные об общем количественном содержании флавоноидов. В связи с этим полученные результаты позволяют проводить целенаправленный поиск наиболее активных антиоксидантов среди биологически активных веществ пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.*, необходимых для лечения заболеваний печени, индуцированных процессами перекисного окисления липидов.

Цель настоящей работы – определение индивидуального химического состава флавоноидных веществ, в экстракте цветков пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.*, произрастающей в Центральной Якутии.

Объектом исследования нами были выбраны цветки пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.*(дикая рябинка) из семейства Астровые - *Asteraceae*, произрастающей в Центральной Якутии [5, 7]. Растительный материал был собран в сухую погоду, в период цветения (первая декада июля). Местность сбора - окрестность г. Якутска, в 2 км от шоссе, в экологически чистом районе. Потеря массы сырья при высушивании составила 90%.

Методы исследования. Для разделения флавоноидных и стероидных компонентов в экстракте цветков пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.*, были использованы методы колоночной и одномерной тонкослойной хроматографии (ТСХ). Для идентификации состава флавоноидных и стероидных компонентов был применен хромато-масс-спектрофотометрический метод анализа (ХМСА).

Приготовление водно-этанольного экстракта из растительного сырья для колоночной хроматографии (КХ). 5 кг цветков пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.* измельчали и заливали в водно-спиртовом растворе (40%) в соотношении 1:10. Настаивание производили в темном месте в течение 7 суток, при комнатной температуре. Затем настой фильтровали (первый фильтрат) и вновь заливали водно-спиртовым раствором в том же количестве и составе, что и в первый раз. Во второй раз настаивали 10 дней в тех же условиях (второй фильтрат). После настаивания оба фильтрата объединяли.

Для осаждения белков и содержащихся примесей применяли стандартную методику 5%-ным раствором трихлоруксусной кислоты (ТХУ) из расчета - 5 мл ТХУ на 100 мл экстракта. После чего полученный экстракт фильтровали через бумажный фильтр и оставляли в темном месте на сутки. Вновь выпавший при этом осадок фильтровали, используя вакуумный насос.

Для приготовления метанольного экстракта использовали сухой остаток, который готовили путем выпаривания экстракта объемом 10 мл. После полного высыхания растворителей в сухой остаток добавляли 2 мл метанола и смесь оставляли на сутки в темном месте. После этого ценрифугировали при 3000 оборот/мин, в течение 20 минут и использовали для идентификации индивидуального состава методом ХМСА (метанольная фракция).

Для разделения флавоноидных веществ был применен метод колоночной хроматографии. В колонку в виде суспензии вносили 50 г силикагеля смешанный с системой растворителей (хлороформ-метанол 9:1). Исследуемый экстракт растворяли в том же элюенте (хлороформ-метанол 9:1), смешивали с 5 г силикагеля и высушивали при комнатной температуре. Приготовленный сухой порошок вносили в колонку и заливали элюентом (хлороформ-метанол 9:1) [9]. Каждую фракцию различающиеся по цвету собирали в отдельных колбах. По аналогичной схеме элюировали эталацетатом и бутанолом.

Для качественного определения флавоноидных веществ был использован метод тонкослойной хроматографии (ТСХ). Для ТСХ применяли силуфоловые пластинки АРМ СОРБ, ТСХ-КСКГ-УФ, сорбент силикагель КСКГ, подложка - алюминиевая фольга, связующее - крахмал, зернение 5-20 мкм, толщина слоя 100+10 мкм, размер пластин 15х15 см. Использовали следующие системы растворителей (соотношение объемов): хлороформ-метанол 9:1, б) 4:1, в) 2:1, г) 1:1); хлороформ-метанол-бутанол (5:3:1); бензол-метанол-уксусная кислота (45:8:3) [9, 10]. Из выделенных, концентрированных фракций отбирали малое количество раствора капилляром (d=0,05 мм) и наносили на пластины, используя систему в хроматографической камере, хлороформ-метанол (9:1). Для обнаружения флавоноидных соединений в хроматограммах использовали 10%-ный спиртовый раствор хлористого алюминия, с последующим УФ-облучением.

Для колоночной хроматографии исследовали каждую колбу с экстрактами, различающимися по цвету, близкие по хроматограмме на тонком слое фракции объединяли. В результате элюирования колонок получили 3 основных фракции: хлороформно-метанольную (ХМФ), этилацетатную (ЭФ) и бутанольную (БФ), которые далее были использованы для ХМСА.

Для идентификации состава и строения флавоноидных веществ был применен метод хромато-масс-спектрометрии. Использовали хромато-масс-спектрометр фирмы Perkin Elmer, включающий газовый хроматограф Avtogigtem XL с Q-масс 910. Капиллярная колонка диаметром 0,25 мм, длиной 90 м с импрегнированной фазой PE-5. Способ ионизации – электронный удар. Диапазон температур в термостате 40-280° С, с подъемом температуры 5°С/мин. Температура испарителя 300° С. Точность установки температуры в термостате – 0,1° С. Газ-носитель - гелий (давление 24 psi). Скорость подачи 3 мл/мин. Масс-спектры каждого хроматографического пика получены при энергии электронного удара 70 эВ, температуре ионизационной камеры 300° С, времени развертки спектра 0,5 с. Интерпретация масс-спектров проводилась путем автоматического компьютерного сравнения по библиотеке спектров, насчитывающий более 60000 масс-спектров органических соединений.

Обсуждение результатов

Хромато-масс-спектрометрический метод исследования водно-этанольного экстракта цветков пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.* позволил установить структуру веществ, полученных в результате экстракции и комбинирования хроматографических методов анализа.

Согласно полученным нами данным, метанольная фракция липофильной части водно-спиртового экстракта цветков пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.* содержала наибольшее относительное содержание веществ (в процентах). Процентное содержание веществ рассчитывали по высоте и площади всех пиков (100%) к конкретно идентифицированному пику. Так в этой фракции обнаружены 149 пиков, среди идентифицированных веществ наибольшей концентрацией обладали: 2-фуран, (8,83%), гидрохинон (7,06%), 5,5-гидроксиметилкарбоксоальдегид (4,53%), 2-этилгептановая кислота (4,41%), метоксифенол -2 (3,71%), 3-гидрокси, 4-метокси бензойная кислота (3,18%), фенилоксазол (2,82%), 4-фенилоксазол (2,65%), 3-метоксибензойная кислота (2,23%), β-D-глюкоза (1,76%), бензойная кислота (1,23%), 3-фенил, 3-пропеновая кислота (1,23%). Наибольший интерес для нас представляли 4 стероидных компонента: 3-метоксистигмостадиен-5, 22 (0,36%), ацетатхолестен-8-ол-3 (0,27%), ацетатстигмостадиен-5, 22, ол-3 (0,27%), ацетат-4, 4-диметилхолестен-7-ол-3 (0,18%). В скобках приведены доли веществ в процентах. Стероидные вещества являются сложными комплексами, участвующими в построении внутриклеточных мембран и имеющих важнейшее значение в регуляции обмена веществ в клетке.

Нами были также исследованы хлороформно-метанольная (9:1) и этилацетатная фракции водно-этанольного экстракта цветков пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.* Опытным путем наиболее подходящей системой растворителей для ТСХ, нами была выбрана система хлороформ-метанол в соотношении 9:1. В литературе имеются данные о том, что для выделения флавоноидов в основном используется система хлороформ-метанол именно в этом соотношении [9]. В других системах растворителей описанных выше в методах исследования, четкого разделения веществ не наблюдалось.

В хлороформно-метанольной (9:1) фракции наблюдали две основные фракции: темно-зеленого и желтого цвета. В темно-зеленой фракции содержались в основном хлорофиллы и вещества липофильного характера. После проявления 10%-ным раствором хлористого алюминия и УФ-облучении в желтой фракции проявилось одно размытое пятно с ярко-желтой флуорусценцией с R_f=0,509. Менее полярные флавоноидные соединения (агликоны, монозиды), были сосредоточены в этилацетатной фракции. В ней же при ТСХ наблюдали два желтых пятна с R_{f1}=0,284 с небольшой верхней примесью и с R_{f2}=0,623.

При кристаллизации из ХМФ и ЭФ получили кристаллы желтого цвета. В количественном соотношении это выглядит следующим образом: из ХФ - 2,40г (0,28%), из ЭФ - в общем 5,61г (0,5%), из них идентифицированы лишь 2,32г (0,21%) соответственно. Остальные 3,29г (0,29%) веществ не растворяются в органических растворителях (в метаноле, ацетилоксане, бензоле), а были растворимы лишь в воде, поэтому масс-спектры данных веществ не удалось снять. Бутанольная фракция не содержала веществ флавоноидной природы, о чем свидетельствовало отсутствие свечения после УФ-облучения при ТСХ, поэтому ее не исследовали методом ХМСА.

Так, в хлороформно-метанольной фракции цветков пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.*, были сосредоточены 146 пиков, из них идентифицированы следующие вещества: тимол (6,28%), 3-циклоундекановая кислота (4,15%), 2-метил, 4-пропенилфенол (2,13%); 3-

ацетил, бензойная кислота (1,84%), 3-метокси, 4-гидроксифенилпропен-2 (1,66%), 5-холеиновая кислота (1,47%). Также были идентифицированы 9 флавоноидных веществ, содержащие в бензопирановом и бензольном кольцах следующие группировки: -OH, -OCH_3, $COOCH_3$ 2- (4' -гидрокси)-фенил, 3, 7-диметокси, 5-гидроксибензопиран-4-он (3,88%); 2-(4'-гидрокси)-фенил, 5-гидрокси, 6, 7-диметокси-бензопиран-4-он (3,32%); 2-(фи'-гидрокси)-фенил, 6, 7-диметокси,5-гидроксибензопиран-4-он (3,32%); 2-(4'-метокси)-фенил, 3-метокси, 5, 7- дигидроксибензопиран-4-он (3,25%); 2-(3'-метокси, 4'-ацетилокси)-фенил, 5-ацетилокси, 7-метоксибензопиран-4-он (0,55%); 2-(3', 4'-диметокси)-фенил, 5, 7-дигидрокси-бензопиран-4-он (0,36%); 2-гидрокси, 3-фенил-(4'-метокси), 7-метокси, 5-гидроксибензопиран-4-он (0,36%); (4'-метокси)-фенил, 3, 5-дигидрокси, 7-метоксибензопиран-4-он (0,35%); 2-(3'-метокси, 4' -гидрокси)-фенил, 5-гидрокси, 7-метоксибензопиран-4-он (0,28%).

В этилацетатной фракции обнаружены 140 пиков, из них идентифицированы: гидрохинон (6,75%), 2-пропеоновая кислота (4,15%), бензойная кислота (3,07%), 3-метокси, 4-гидроксибензойная кислота (2,85%), азелаиновая кислота (2,55%), гексадекановая кислота (2,09%), 2-метилбутеновая кислота (1,84%), 2,-гидрокси, 3-фенол (1,66%), метоксифенол (1,53%), ацетальдегид (1,34%), 4-метилбензенметанол (1,13%), 4-терпиенол (1,09%), 2-бутинилциклогексанон (0,56%) и камфора (0,43%). Кроме этих компонентов, данная фракция содержала следующие флавоноиды: 7, 7', 8, 8', 11, 12-гексагидро-psi., psi-каротен (1,23%), 2-(3', 4'-дигидрокси)-фенил, 6, 8-ди-с-D-глюкопиранозил (0,72%).

Результаты нашего исследования показывают, что химический состав цветков пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.*, весьма богат стероидными и флавоноидными соединениями. Фармакологический эффект при использовании в народной медицине цветков (при холецистите, холангите, гепатите, колитах, энтеритах, в комплексном лечении лямблиоз), вероятно, достигается наличием веществ стероидной структуры. Действие настойки цветков пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.,* обладающей сосудорасширяющим свойством при стенокардии, возможно, связано присутствием в его богатом и разнообразном составе гликозидов растительного строения. Поэтому применение цветков пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.,* в народной медицине в виде настоек, экстрактов или других средств профилактики и лечения многих заболеваний весьма многообразно, что связано с богатым химическим составом данного растения.

В имеющихся немногочисленных литературных данных показано, что водные извлечения *T. vulgare,* содержат большое количество флавоноидов (4,53; 3,67; 4,98% соответственно), которые обладают высокой и средней антиоксидантной активностью [12]. Так, в цветках *T. vulgare* и надземной части доминируют признанные АО: апигенин, лютеолин и их гликозиды, фенолокислоты, особенно кофейная и *n*-кумаровая кислоты [13].

При заболеваниях органов пищеварения защитные действия фенольных антиоксидантов, извлеченных из растений, реализуются до абсорбции, т.е. внутри желудка или кишечника, посредством перехвата свободных радикалов, тем самым, предотвращая их образование [14]. В работе [15] показаны иммунотерапевтические и антивоспалительные активности извлеченных из фракций экстрактов полисахаридов Tanacetum vulgare *L.* При этом данный полисахарид ингибирует фактор некроза опухолей α (TNF-α) по J774.A1 макрофагов мыши и дезактивирует ядерный фактор κB (NF-κB) в THP-1 моноцитов человека. Кроме того, полисахариды пижмы стимулируют значительное повышение нейтрофилов миелопероксидазы.

Наибольший интерес для дальнейшего изучения представляют полисахариды пижмы *T. vulgare*, которые по-другому еще называют танацетанами [16]. Поскольку они наименее изучены, а данное растение отличается наибольшим их содержанием по сравнению с другими растениями. Все полисахариды пижмы (танацетаны) обладают физиологической активности, что может указывать на их антиатеросклеротическую активность. Танацетаны были исследованы на способность связывать в сыворотке крови атерогенные фракции холестерина, так называемые липопротеиды низкой плотности (ЛПНП), которые, как известно [17], являются инициаторами атеросклеротического процесса. В результате был установлено, что танацетаны способны связывать различные количества ЛПНП в сыворотке крови человека, при этом наибольшей активностью обладает танацетан TV2, связывающий 74% ЛПНП.

Заключение

Водно-этанольный экстракт цветков пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.*, весьма богат своим химическим разнообразием, что подтверждается нашими результатами. С помощью хромато-масс-спектрометрии нами исследованы и идентифицированы следующие фракции: метанольная, хлороформно-метанольная (9:1), этилацетатная и бутанольная.

С помощью колоночной хроматографии нам удалось разделить водно-этанольный фильтрат цветков пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.*, на 3 фракции. При применении одномерной тонкослойной хроматографии нами были использованы 6 разных систем растворителей, из которых наиболее подходящей для исследуемых нами флавоноидных веществ, была выбрана система растворителей хлороформ-метанол, в соотношении 9:1. При обработке хроматограмм 10%-ным хлористым алюминием и УФ-облучении флавоноиды были локализованы в желтой фракции и проявились как пятно с ярко-желтой флуорусценцией. Менее полярные флавоноидные соединения были сосредоточены в этилацетатной фракции, в котором проявились два желтых пятна. С помощью хромато-масс-спектрометрии нами исследованы следующие фракции: метанольная, хлороформно-метанольная (9:1), этилацетатная и бутанольная. При этом удалось снять 435 пиков, из них идентифицирован химический состав 47 веществ. Наиболее имеющие для нас интерес это - 4 стероидных соединений, 10 веществ флавоноидной природы и 1 гликозид. При идентификации в каждой фракции содержались представляющие для нас наибольший интерес вещества, что свидетельствует о правильности подбора биотехнологических методов разделения и идентификации биологически активных веществ.

Библиографический список:

1. Кершенгольц Е.Б., Шеин А.А, Кершенгольц Б.М. Комплекс биологически активных веществ, выделенных из лишайников методом CO_2 флюидной сверхкритичной экстракции, и оценка его влияния на состояние крыс при алкоголизации // Наука и образование. - Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2005. - № 2. – с. 74-80.
2. Кершенгольц Б.М., Аньшакова В.В., Филиппова Г.В., Кершенгольц Е.Б. Влияния температурно-влажностных метеорологических условий на качественный и количественный состав эфирных масел полыней Якутии // Химия растительного сырья, 2009. - № 3. – с. 89-94.
3. Кузьмина С.С., Попова А.С. Зависимость накопления флавоноидов и аскорбиновой кислоты в дикорастущих растениях Якутии от условий произрастания // Наука и образование. – Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2001. - № 1. – с. 80-84.
4. Макаров А.А., Дубовик Л.А. материалы по флавоноидности растений Центральной Якутии: Материалы к изучению лекарственной флоры Якутии. – Якутск: Изд-во ЯГУ, 1977. – с. 53-62.
5. Макаров А.А. Лекарственные растения Якутии и перспективы их освоения. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 264 с.
6. Попова А.С., Миронова Г.Е., Аргунов В.А. Антиоксидантные системы защиты организмов и биотехнологические пути коррекции их нарушений в условиях севера. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2008. – 128 с.
7. Макаров А.А. Биологически активные вещества лекарственных растений Якутии. - Якутск: ЯНЦ СО АН СССР, 1989. 156 с.
8. Атлас лекарственных растений Якутии. / Отв. ред д-р с.-х. наук Б. И. Иванов. - Т. 1. – Якутск: ЯФ СО РАН, 2003. - 194 с.
9. Ветчинкин А.Р. Методы выделения флавоноидов и антоцианидинов. - Уч. зап. Саратовского экон-го ин-та, 1988, т. 3 (7). – 321 с.
10. Шаршунова М.С., Шварц В.Г., Михалец Г.Н. Тонкослойная хроматография в биохимии и клинической биохимии. В 2-х ч., ч. 1, пер. со слов. Сергеева А.П. и Ушакова А.Н. / Под ред. Березкина В.Г. - М.: Мир, 1980. – 295 с.
11. Стогний В.В., Журавская А.Н., Кершенгольц Б.М. Эколого-климатические особенности функционирования защитных антиоксидантных систем в тканях дикорастущих растений // Радиоэкология, 1999. – Т. 39, № 1.- с. 79-83.
12. Williams C.A., Harborne J.B., Eagles J. Variations in lipophilic and polar flavonoids in the genus Tanacetum // Phytochemistry. 1999. V. 52. P. 1301–1306.
13. Wojdylo A., Oszmiacski J., Czemerys R. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs // Food Chemistry. 2007. V. 105. №3. P. 940–949.

14. Caillet S., Yu H., Lessard S., Lamourex G., Ajdukovic D., Lacroix M. Fenton reaction applied for screening natural antioxidants // Food Chemistry. 2007. V. 100. P. 542–552.

15. Immunomodulatory activity of acidic polysaccharides isolated from Tanacetum vulgare L. Gang Xie, Igor A. Schepetkin, Mark T. QuinnG. Xie et al. / International Immunopharmacology 7 (2007) 1639–1650.

16. А.Я. Полле, Р.Г. Оводова, С.В. Попов. Выделение и общая характреистика полисахаридов из пижмы обыкновенной, мать-и-мачехи и лопуха войлочного // Химия растительного сырья, 1999. - №1. - с. 33–38.

17. Шаламова Г.Г., Сысоева К.Н. Минеральный и белковый состав полисахаридного комплекса из соцветий Tanacetum vulgare // ХПС. 1985. №2. С. 267–268.

Научное издание

Коллектив авторов

Сборник материалов XI Международной научной конференции «Техноконгресс»

ISBN 978-5-9907998-9-9

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»
Кемерово 2017