Международная Объединенная Академия Наук

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

Рецензируемый научный журнал

Июль 2021 г.

НОМЕР 75

ЧАСТЬ 1

Самара 2021

УДК 001.1
ББК 60

Т34

Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования». Июль 2021 г. № 75, Часть 1 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2021. – 156 с.

DOI 10.18411/lj-07-2021-p1

В выпуске журнала собраны материалы из различных областей научных знаний.

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

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

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему ELIBRARY

Электронная версия журнала доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: ljournal.ru

УДК 001.1
ББК 60

<http://ljournal.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ I. МЕДИЦИНА	6
Билялов А.Р., Бакиров Б.А., Улыбушев Т.И., Фертикова Н.С. Исследование ключевых биохимических показателей крови у пациентов с коронавирусной инфекцией COVID-19.....	6
Савостьянова Т.А. Контролируемые системы доставки на основе полимерных 3D-скаффолдов, полученных методом электроспиннинга.....	10
Сердобинцев М.С., Кобыфа А.А., Бердес А.И., Соколович Е.Г., Яблонский П.К. Современные особенности клинического течения туберкулезного артрита	16
Ушаков Е.В. Методологические проблемы измерения качества жизни в здравоохранении: требования интегральной оценки воздействия медицинских вмешательств	22
Ушаков Е.В. Роль коллоквиумов в коммуникативных практиках медицинского сообщества: дискурс медицины и коллективная клиническая рациональность.....	25
Чаулин А.М. Сердечные тропонины как биомаркеры сердечно-сосудистых заболеваний.....	28
 РАЗДЕЛ II. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	 33
Агаширинова В.Ю., Белова О.Ю. Применение модельно ориентированных технологий	33
Баширов А.В., Ханов Т.А. Исследование особенностей перемещения программно-управляемого модуля с использованием имитационного моделирования.....	36
Гусак Е.В., Гурьев А.Т. Исследование модели графа для построения маршрутов кабельных трасс для машиностроительных проектов.....	39
Кравченко К.И., Минеева Т.А. Принципы и приёмы разработки UX дизайна	42
Лавров В.В., Тестов А.В., Рындин К.Ю., Тюрин В.С. Устойчивый алгоритм выделения движущихся космических объектов и оценки их угловых координат на снимке звёздного неба, сформированном в условиях сложной фоновой обстановки	46
Одинцова М.А. Учебный вопрос «Классификация информационных систем».....	57
Рябухина Е.А., Фирсова С.А. Реализация программно-информационной системы для определения психологического профиля личности и обработки результатов методами многомерного анализа	60
Шавтикова Л.М., Мусакаев И.М. Разработка web – сайта «Помощник системного администратора»	69

Шевелев А.М., Рысин М.Л. Практические приёмы создания виртуального коворкинга для разработчиков программного обеспечения	72
---	----

РАЗДЕЛ III. БИОЛОГИЯ..... 81

Бацазова Т.М., Шалыгина А.А. Особенности и перспективы возделывания сорго в предгорной зоне РСО-Алания.....	81
--	----

Егорашин В.Г. Факторы, обуславливающие оптимальный ход зимовки пчелиных семей и его закономерности.....	84
--	----

Ершова Е.С., Вейко Н.Н., Агафонова О.Н., Захарова Н.В., Костюк Г.П., Мартынов А.В., Малиновская Е.М., Костюк С.В. Копийность рибосомных генов при шизофрении	88
---	----

Петров С.С., Петрова Т.И. Экологическое образование учащихся и сохранение биологического разнообразия городских территорий Республики Башкортостан	92
---	----

Силкин А.В., Величко Л.Г., Щетинкина Н.А. История открытия биогенетического закона и его роль в биологии	97
---	----

Шарапова С.А., Басангова А.Н., Щукина Д.О. Биоимпедансный анализ состава тела студентов и спортсменов.....	100
---	-----

РАЗДЕЛ IV. ХИМИЯ..... 104

Гасанова Х.М. Проявление детерминистической динамики при каталитическом окислении 1,6-нафтодиола в гомогенной среде	104
--	-----

РАЗДЕЛ V. ФИЗИКА..... 109

Юров В.М., Гученко С.А., Маханов К.М. Высокоэнтропийные покрытия CrNiTiZrCu и их свойства.....	109
---	-----

РАЗДЕЛ VI. МАТЕМАТИКА 117

Гамова Н.А., Косилов М.А. Математическая задача в разработке контрольно-измерительного приспособления.....	117
---	-----

РАЗДЕЛ VII. МАШИНОСТРОЕНИЕ 121

Бикметов Я.И., Яппаров А.А., Галимов Д.Ф. Прочностной расчет вала поворота фрезерной головки установки в программе АПМ WinMachine	121
--	-----

Захаров И.В. Установка недеформирующего торможения пуль короткоствольного огнестрельного оружия..... 125

Песков А.В. Эффективность применения схемы импульсной легирующей обработки с целью повышения стойкости бурильного инструмента для нефтяных и газовых скважин 129

РАЗДЕЛ VIII. ТРАНСПОРТ 133

Мельников С.Е., Панюшкина А.А., Чертовских А.С. Преимущества и недостатки роботизированных складов 133

Павлова Л.В., Хубежов С.И., Тедеев И.С. Применение инновационных технических средств для повышения уровня безопасности пешеходов 136

РАЗДЕЛ IX. АРХИТЕКТУРА 140

Кудрявцев И.А. Клетские храмы деревянного зодчества на примере часовни Успения Богоматери в деревни Васильево (о. Кизи) 140

Максимова К.А. Влияние взаимосвязи города и университетов на формирование комфортной среды 143

Фетисова М.А., Абдурагимов А.Р., Ёрмамадов Х.П. Геометрические методы решения задач теории пластинок 145

Фетисова М.А., Корягин Н.А., Карпович А.А. Критерии надежности и безопасности при реконструкции фасадов общественных зданий 148

Фетисова М.А., Халымова Т.А., Серегин М.Ю., Пошвенчук Ф.В. Анализ исторического развития методов оптимизации планирования в строительстве 150

РАЗДЕЛ I. МЕДИЦИНА

Билялов А.Р.¹, Бакиров Б.А.¹, Улыбушев Т.И.², Фертикова Н.С.² Исследование ключевых биохимических показателей крови у пациентов с коронавирусной инфекцией COVID-19

¹Башкирский государственный медицинский университет
(Россия, Уфа)

²Уральский государственный медицинский университет
(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/lj-07-2021-01

Аннотация

В статье рассмотрено изменение ключевых биохимических показателей пациентов, таких как: С-реактивный белок, Аланинаминотрансфераза, Аспартатаминотрансфераза, Лактатдегидрогеназа, Сывороточное железо при лечении COVID-19.

Ключевые слова: COVID-19, С-реактивный белок, Аланинаминотрансфераза, Аспартатаминотрансфераза, Лактатдегидрогеназа, Сывороточное железо.

Abstract

The article discusses the change in key biochemical parameters of patients, such as: C-reactive protein, Alanine aminotransferase, Aspartate aminotransferase, Lactate dehydrogenase, Serum iron in the treatment of COVID-19.

Keywords: COVID-19, C-reactive protein, Alanine aminotransferase, Aspartate aminotransferase, Lactate dehydrogenase, Serum iron.

Введение

В марте 2020 г. Всемирная организация здравоохранения объявила о состоянии глобальной пандемии [7], связанной с очень быстрым распространением вируса SARS-CoV-2. Вирус вызывает широкий спектр клинических проявлений – от легких симптомов до острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС) у взрослых. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что вызываемая SARS-CoV-2 потенциально тяжелая острая респираторная инфекция COVID-19 представляет собой реальную угрозу для пациентов с сопутствующими заболеваниями, такими как сахарный диабет (СД), гипертония, сердечно-сосудистые, почечные или печеночные нарушения. Пациенты с СД склонны к инфекциям из-за иммунных нарушений [1].

Материалы и методы исследования

В исследование включены данные 790 пациентов находившихся на стационарном лечении по поводу COVID-19 среднетяжелого и тяжелого течения (коронавирусной пневмонии) COVID-госпиталя Клиники Башкирского государственного медицинского университета (БГМУ). Всего исследовано 790 пациентов, из них мужчин - 348 человек, женщин - 442. Средний возраст у мужчин составил - 51,5 лет, у женщин - 55,1. Из 790 пациентов у 100 был установлен диагноз Сахарный диабет I или II типа. Средний возраст пациентов с Сахарным диабетом был 62,5 лет. Мужчин среди них было - 41 человек, женщин - 59. Анализ данных проводился с применением компьютерной программы TIBCO Data Science - Statistica v.14.

Обсуждение результатов

Сывороточное железо является микроэлементом, поступающим в организм человека с пищей. Оно разносится по всем тканям при помощи специального белка –

трансферрина, синтез которого происходит в печени. Без достаточного содержания железа в крови невозможно образование гемоглобина (железо является основным составным компонентом гема – белка, позволяющего осуществлять транспорт кислорода из лёгких к клеткам и тканям) [2].

По нашим данным сравнение уровней сывороточного железа в крови у пациентов до и после заболевания показало достоверное повышение уровня с 7,4 мкмоль/л до 12,7 мкмоль/л (при $p=0.0001$).

Рис.1 Показатели уровня сывороточного железа у пациентов при госпитализации и при выписке из стационара

Лактатдегидрогеназа (ЛДГ) в крови – это фермент, локализующийся внутри клеток. В состав обязательно входят ионы цинка. Основная функция – катализировать процесс окисления молочной кислоты до пирувата. Практически все клетки в организме человека содержат фермент ЛДГ [3].

Рис.2 Изменение показателей ЛДГ в крови у пациентов при госпитализации и при выписке из стационара

Динамическое наблюдение за изменением ЛДГ в крови также показало изменение уровней ключевых ферментов. Так, например, при выписке не достоверно повысился уровень лактатдегидрогеназы, что представляет основу для дальнейших

исследований. Если при поступлении он был на уровне 422,73 Ед/л, то при выписке его уровень повысился до 526,8 Ед/л ($p=0,05$).

Аланинаминотрансфераза (АЛТ, АлАт) — эндогенный фермент из группы трансфераз, подгруппы аминотрансфераз (трансаминаз), широко используемый в медицинской практике для лабораторной диагностики повреждений печени. Аланинаминотрансфераза синтезируется внутриклеточно, и в норме лишь небольшая часть этого фермента попадает в кровь [4].

Исследование ферментов печени показало повышение уровня Аланинаминотрансферазы с 42,1 ед/л до 67,9 ед/л ($p=0,14$) на этапе выписки из стационара.

Рис.3 Изменение показателей АЛТ в крови у пациентов при госпитализации и при выписке из стационара

Аспартатаминотрансфераза (АСТ) – фермент, который находится во всех клетках организма, но главным образом в клетках сердца и печени и в меньшей степени в почках и мышцах. В норме активность АСТ в крови очень низкая. При повреждении тканей печени или мышц она высвобождается в кровь. Таким образом, АСТ является показателем повреждений печени [4].

Рис.4 Изменение показателей АСТ в крови у пациентов при госпитализации и при выписке из стационара

Уровень аспартатаминотрансферазы практически не изменился и составил при поступлении 40,0 ед/л, при выписке 39,9 ед/л ($p=0.99$). Также можно предположить, что течение болезни не было тяжелым, так как ретроспективное когортное исследование в США ($n=130$) выявило повышение уровня трансаминаз в 56 % случаев у пациентов с COVID-19. Повышенные уровни АСТ и АЛТ были связаны с тяжелым течением и худшим прогнозом, риск летального исхода у таких пациентов повышался в 2,9 раза [5].

С-реактивный белок или белок острой фазы воспаления — белок, содержание которого в крови значительно повышается в острой фазе воспаления, что служит показателем интенсивности воспалительного процесса и наличия тканевых повреждений. Если болезнь вызвана вирусом, концентрация СРБ в крови повышается в несколько раз и достигает концентрации от 10 до 30 мг/л. Такая же картина при поражениях соединительной ткани и онкологических процессах. Если присоединяется бактериальная инфекция (что особенно актуально при атипичной пневмонии), повышение будет на порядок сильнее и может быть более 100 мг/л. Кроме воспаления легких такие значения характерны в остром течении холецистита, нефрита, аппендицита и т.д. [6].

Рис.5 Изменение показателей СРБ в крови у пациентов при госпитализации и при выписке из стационара

Наши исследования показали, что при поступлении уровень С-реактивного белка был на уровне 45.2 мг/л, при выписке из стационара - 33,6 мг/л ($p=0,05$).

У 60 % пациентов с COVID-19 С-реактивный белок повышен с первых дней заболевания. Для того чтобы как можно раньше диагностировать присоединение вторичной бактериальной инфекции в условиях стационара, необходимо использовать определение прокальцитонина (ПКТ). Повышенный уровень ПКТ — предиктор неблагоприятного исхода заболевания, он говорит о том, что к коронавирусной инфекции присоединилась бактериальная флора и пациенту требуется назначение антибактериальных препаратов [5].

Выводы:

Комплексный подход анализа биохимических показателей крови является важным критерием оценки тяжести состояния больного и оценки эффективности лечения, что особо актуально в случае с инфекцией COVID – 19. Показатель сывороточного железа в ходе лечения увеличился с 7,4 до 12,7 мкмоль/л,

цитоплазматическая ЛДГ увеличилась с 422,73 до 526,8 Ед/л, трасаминаза АЛТ показала изменения с 42,1 до 67,9 Ед/л, в то время как уровень АСТ практически не изменился (с 40,0 до 39,9 Ед/л). На фоне лечения наблюдалось уменьшение концентрации СРБ с 47,2 до 33,6 мг/л, что позволяет нам говорить о снижении риска развития цитокинового шторма и об эффективной терапии в лечении COVID – 19.

1. Шамхалова М.Ш., Мокрышева Н.Г., Шестакова М.В., «COVID-19 И ПОЧКИ»// Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии, Россия г. Москва.
2. Семенова Д.С. [Электронный ресурс] – 2019 –URL: <https://btfr.cc/tei> (Дата обращения 28.05.2021). Текст электронный.
3. Лактатдегидрогеназа [Электронный ресурс] – 2018 - URL: <https://biokhimija.ru/enzymes/lactatdg.html> (Дата обращения 28.05.2021). Текст электронный.
4. Лабораторная служба HELIX [Электронный ресурс] – 2021 – URL: <https://helix.ru/kb/item/06-010> (Дата обращения 28.05.2021). Текст электронный.
5. Медицинский вестник [Электронный ресурс] – 2021- URL: <https://medvestnik.by/konspektvracha/izmenenie-laboratornykh-pokazatelej-pri-covid-19> (Дата обращения 28.05.2021). Текст электронный.
6. Лабораторная служба INVITRO [Электронный ресурс] – 2021 - URL: <https://www.invitro.ru/library/labdiagnostika/24506/> (Дата обращения 28.05.2021). Текст электронный.
7. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс] – 2020 –URL: <https://www.euro.who.int/ru/health-topics/health-emergencies/pages/news/news/2020/03/who-announces-covid-19-outbreak-a-pandemic> (Дата обращения 28.05.2021). Текст электронный

Савостьянова Т.А.

**Контролируемые системы доставки на основе полимерных 3D-скаффолдов,
полученных методом электроспиннинга**

*Новосибирский государственный университет
(Россия, Новосибирск)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-02

Аннотация

В статье рассматривается получение биосовместимых полимерных 3D-скаффолдов с помощью технологии электроспиннинга и их применение в качестве систем для контролируемой доставки различных биоактивных агентов. Описываются трансдермальные, быстрорастворимые, «интеллектуальные» и имплантируемые системы доставки на основе полимерных скаффолдов и дается оценка их перспективности в качестве материалов для областей контролируемой доставки биоактивных агентов и регенеративной медицины.

Ключевые слова: электроспиннинг, полимерные 3D-скаффолды, системы для контролируемой доставки, программируемое высвобождение препаратов.

Abstract

The article discusses the production of biocompatible polymer 3D scaffolds using electrospinning technology and their application as systems for the controlled delivery of various bioactive agents. Transdermal, rapidly dissolving, "intelligent" and implantable delivery systems based on polymer scaffolds are described and their prospects as materials for controlled delivery of bioactive agents and regenerative medicine are evaluated.

Keywords: electrospinning, polymer 3D-scaffolds, controlled delivery systems, programmed drug release.

В настоящее время в медицине растет актуальность применения таргетных и контролируемых систем доставки биологически активных молекул. В частности,

особый интерес направлен на создание липосом, полимерных частиц и гидрогелей, включающих как низкомолекулярные вещества с противораковой, иммуномодуляторной, бактерицидной активностью, так и высокомолекулярные, в том числе, факторы роста, хемоаттрактанты, пептиды, ДНК, siРНК. Основной целью применения контролируемых систем доставки является улучшение фармакокинетических свойств препаратов, предотвращение их побочных эффектов и усиление терапевтической эффективности, достигаемое нацеливанием препарата на орган-мишень.

Для реализации перечисленных выше задач создание полимерных микро- и нановолокон методом электроспиннинга представляет альтернативный способ, активно набирающий популярность последнее десятилетие. Полученные с помощью данной технологии скаффолды обладают рядом преимуществ для биомедицинского применения, в том числе сходством с внеклеточным матриксом, высоким отношением площади поверхности к объему, механической гибкостью. Метод электроспиннинга позволяет успешно включать в получаемые материалы различные типы активных веществ от небольших молекул до ДНК и белков. Системы доставки на основе полимерных волокон демонстрируют высокую способность к загрузке лекарственных средств и их контролируемое высвобождение [1-4].

Технология электроспиннинга

Электроспиннинг (ЭС) представляет собой технологию получения трехмерных материалов с волокнистой внутренней структурой из ультратонких нитей полимера, образующихся при действии на раствор полимера электрического поля. Установка для электроспиннинга (рис.1) состоит из источника высокого напряжения (для заряда раствора полимера), заземленного коллектора и шприцевого насоса (для подачи раствора полимера) с тонкой затупленной иглой-капилляром. Когда под действием внешнего напряжения на конце капилляра на границе раздела фаз воздух-раствор полимера накапливается достаточный отталкивающий заряд и сила отталкивания становится равна поверхностному натяжению, поверхность раствора начинает формировать конус Тейлора.

При дальнейшем увеличении прикладываемого напряжения сила отталкивания преодолевает поверхностное натяжение. Это приводит к образованию струи жидкости из конуса Тейлора. Если раствор не обладает достаточным когезионным притяжением, струи разрушаются, а образующиеся капли распыляются на коллектор (электрораспыление). При прохождении через воздух от конца капилляра к корпусу коллектора струи с высокой вязкостью, растворитель испаряется и на коллектор осаждается твердое волокно полимера.

Рис.1. Установка для электроспиннинга

Технология электроспиннинга предоставляет широкий выбор материалов для создания и модификации полимерных матриксов, обеспечивающих высокую

эффективность инкапсуляции биоактивных молекул и пригодных для биомедицинских приложений. На настоящий момент предложены разнообразные способы загрузки, отличающиеся по сложности реализации и эффективности в зависимости от природы используемых полимеров и вводимых агентов. Комбинируя различные подходы, можно создавать платформы, в той или иной степени обеспечивающие желаемые фармакокинетический и фармакодинамический профили препаратов, а также наделять такие системы доставки дополнительными функциями.

Системы контролируемой доставки на основе 3D-скаффолдов, полученных методом электроспиннинга

Полимерные нано- и микроволокна, полученные методом электроспиннинга, способны контролировать высвобождение нагруженных препаратов, регулируя скорость их диффузии. Следует отметить высокую эффективность инкапсуляции, стабильность, биосовместимость и биodeградируемость обсуждаемых материалов. Перспективы и проблемы применения нагруженных биоактивными агентами волокон подробно исследуются. На настоящее время определен ряд факторов, влияющих на морфологию волокон и их использование в системах контролируемой доставки [5]. Полимеры, параметры и тип электроспиннинга определяют кинетику выхода инкапсулированных агентов. В зависимости от профиля высвобождения, который необходимо обеспечить в тех или иных случаях, на основе полимерных волокон были разработаны различные системы контролируемой доставки (СКД), включая трансдермальные, быстрорастворимые, «интеллектуальные» и имплантируемые.

Системы трансдермальной доставки

Трансдермальные СКД – пластыреобразные лекарственные формы нового поколения, предназначенные для непрерывной подачи ЛС через неповрежденную кожу в системное кровообращение в течение длительного времени. Такие терапевтические системы обеспечивают высокую доступность препарата и могут доставлять его локально, обходя нежелательные метаболические пути (в том числе эффект первого пассажа) и длительно поддерживая концентрацию препарата на необходимом уровне.

В исследованиях сообщается о повышении растворимости препаратов биофармацевтической системы классификации II без увеличения их цитотоксичности и с сохранением высокой терапевтической эффективности, посредством включения их в состав трансдермального пластыря методом ЭС [6]. Авторы проанализировали проникновение ирбесартана *ex vivo* через кожу крысы и обнаружили, что по сравнению с полимерными пленками, 3D-скаффолды обеспечивают более высокую эффективность инкапсуляции (97% против 78%) и высвобождение препарата (89% высвобождения за 4 ч против 71% за 8 ч). Выход препарата из пластыря осуществлялся в 2,5 раз быстрее, чем из пленки, что говорит о высокой проницаемости кожи для трансдермальных СКД и их перспективности для эффективной доставки препаратов.

Трансдермальные пластыри на основе полимерных волокон, обеспечивающие быструю кинетику высвобождения могут использоваться при лечении глубоких повреждений, увеличивая скорость регенерации и уменьшая боль. Так, Kataria и соавт. создали трансдермальные пластыри из нагруженных индометацином поливинилпирролидоновых волокон с эффективностью инкапсуляции 75% и полностью высвобождающие препарат через 45 мин [7]. Следует отметить, что в последние годы большая часть полимерных скаффолдов нагруженных ЛС, используется именно в виде трансдермальных СКД.

Быстрорастворимые системы доставки

Данные терапевтические системы представляют собой тонкие пленки, размещаемые на слизистой оболочке полости рта и в процессе растворения высвобождающие активные компоненты. Быстрорастворимые СКД привлекают большой интерес фармацевтических компаний, поскольку увеличивают биодоступность препарата и обеспечивают его быстрое растворение во рту без воды, а

высокая проницаемость слизистой оболочки полости рта ускоряет поступление ЛС непосредственно в кровоток, минуя агрессивную среду желудка и ферментные системы печени. При помощи электроспиннинга из гидрофильных полимеров (хитозан, ПВС, полиакриламид) была получена сублингвальная система для доставки суматриптан сукцината и напроксена в течение 10 минут (90% от нагруженного количества) [8]. Potrc и соавт. использовали скаффолд из поликапролактона и плохо растворимого в воде ибупрофена или карведилола для разработки оромукозной системы доставки [9].

«Интеллектуальные» системы доставки

«Интеллектуальные» СКД, модулирующие скорость высвобождения ЛС в зависимости от окружающих условий (рН, температура, магнитное поле, осмотическое давление), стали развиваться относительно недавно. Такие системы создаются в виде гидрогелей (ионных, кислых или основных, с акцепторами электронов, с иммобилизованными ферментами), полиэлектролитных гелей (реагирующих на электрическое поле), гелей на основе этиленвинилового спирта (нагревающихся под действием ультразвука), магнитных частиц, а также рН- и термочувствительных волокон. Чаще всего используются рН-зависимые полимеры, нановолокна из которых деформируются («набухают») либо начинают активнее деградировать при соответствующих значениях рН.

Так, исследования показали, что нагруженные будесонидом скаффолды из полимера Eudragit в кислых условиях препятствуют выходу препарата и демонстрируют профиль его замедленного высвобождения при $\text{pH} > 7$. Такие материалы перспективны для лечения кишечных заболеваний с помощью противовоспалительных препаратов. Интересны также температурно-зависимые полимеры (например, поли-N-изопропилакриламид), которые меняют свойства с гидрофильных на гидрофобные при повышении температуры и могут использоваться для термочувствительной доставки [10,11].

Нагруженные волокна часто демонстрируют двухфазную кинетику высвобождения, включая начальный быстрый выход препарата, необходимый для немедленного эффекта, и последующую фазу пролонгированного высвобождения для поддержания нужной концентрации. Как правило, основная часть («ядро») волокон для замедленного высвобождения представлено гидрофобными полимерами, в то время как «оболочка» для быстрого высвобождения создается на основе гидрофильных полимеров. Так, зеин и ПВП использовались для получения нагруженных низкорастворимым кетопрофеном волокон, обеспечивающих 42,3% выхода в начале и длительное высвобождение препарата в течение следующих 10 ч [12]. Сообщается, что матрикс, внешние слои которого состоят из гидрофильного полимера, а средняя часть - из гидрофобного полимера, демонстрирует двухфазную кинетику высвобождения препаратов в течение 24 ч (начальный выход 45%) [13]. Lee и соавт. получили зеиновые волокна для внешних слоев и ПВП-волокна, нагруженные частицами оксида графена, в качестве среднего слоя для создания трехслойных матриц, высвобождающих кетопрофен. Гидрофильные полимеры обеспечили выход 60% препарата за 2 ч, а гидрофобный полимер пролонгировал выход оставшегося в течение следующих 15 ч [14]. Изменяя толщину каждого слоя можно регулировать время высвобождения препарата на соответствующей стадии. Многослойные материалы из полимерных нановолокон предложили новый идеи не только для достижения двухфазного, но и многофазного высвобождения лекарственных препаратов.

Имплантируемые системы доставки

Имплантируемые СКД используются при хронических заболеваниях, когда требуется длительный и сложный график приёма ЛС. Такие системы обычно создаются в виде имплантируемых насосов (например, для внутривенной или внутрибрюшинной инфузии раствора инсулина), представляющих из себя несложные устройства в форме

резервуаров, которые нуждаются в периодической заправке препаратом (в основном, чрескожно). Нагруженные биоактивными агентами имплантаты на основе биodeградируемых 3D-матриц, полученных методом ЭС, имеют преимущества в виде имплантируемых систем, обеспечивая пролонгированную и таргетную доставку и не требуя регулярное пополнение препаратом.

Так, полиангидридные диски, нагруженные кармустином, были имплантированы в мозг кроликов на поверхность участка резекции глиомы и обеспечили замедленное высвобождение препарата в течении трех недель, что вызвало разрушение оставшихся тканей опухоли [15]. Ху и соавт. инкапсулировали доксорубин в волокна из поли-L-лактида и исследовали их эффективность для локальной химиотерапии против вторичной карциномы печени, имплантировав матрицу вблизи опухоли [16]. Выход препарата был осуществлен за 24 часа с дальнейшей локализацией преимущественно в печени; в результате рост опухоли был значимо ингибирован, а среднее время выживания мышей увеличилось. Аналогичные результаты продемонстрировали Luo и соавт., получив коаксиальные волокна с ядром, содержащим гидроксикамптотексин и гидроксипропилциклодекстрин [17].

Важно отметить, что в биомедицинской практике имплантируемые полимерные скаффолды применяются не только в качестве «резервуаров» содержащих ЛС, но и непосредственно служат каркасом для регенерации поврежденной ткани, усиливая миграцию, пролиферацию и дифференцировку клеток благодаря своей ультраструктуре. В частности, исследования демонстрируют, что полимерные волокна, нагруженные остеогенными факторами и имплантируемые в зону травмы кости, улучшают ее регенерацию. Так, Zhu и соавт. создали волокна, состоящие из PEG (ядро) и PCL (оболочка) в качестве носителя для BMP-2. Полученные матрицы обеспечили ускоренное заживление кости *in vivo* на модели дефекта черепа кролика [18].

Кроме того, возможность в процессе электроспиннинга ориентировать полимерные волокна строго параллельно друг другу (для этого используется модифицированный коллектор с мельчайшими встроенными электродами) имеет важное значение для инженерии нервной ткани. Wang и соавт. включили фактор роста нервов в выровненные волокна, полученные методом коаксиального электроспиннинга. Скаффолды были имплантированы в область поврежденного седалищного нерва крысы. В результате, физико-механическое влияние выровненных волокон в комплексе с биохимическими сигналами значительно улучшило регенерацию нервной ткани [19].

Широкое применение полимерных 3D-скаффолдов, получаемых методом электроспиннинга, находит место в регенеративной медицине при изготовлении протезов сосудов и биосовместимых сосудистых стентов. В этой отрасли полимерные графты применяются в качестве имплантируемых систем доставки лекарств либо непосредственно, либо в качестве покрытия. Lee и соавт. создали PLGA-скаффолды для локальной доставки эпигаллокатехин-3-О-галлата для уменьшения гиперплазии интимы в поврежденной брюшной аорте. Исследования *in vivo* показали ингибирование развития гиперплазии на поврежденном участке сосуда с имплантированным каркасом, нагруженным препаратом, по сравнению с обычным полимерным графтом [20].

Таким образом, технология электроспиннинга позволяет обеспечить устойчивое пролонгированное высвобождение биомолекул из полимерных 3D-материалов, что в комбинации с пористой микроструктурой каркаса создает благоприятную среду для прикрепления, миграции и пролиферации клеток, опосредуя регенерацию тканей. Кроме того, метод электроспиннинга позволяет создавать гибридные платформы,

структурированные с нанонесителями, использующимися для доставки биохимических агентов. Учитывая все преимущества, очевидно, что технологии элетроспиннинга обладают большим потенциалом для создания систем контролируемой доставки биоактивных агентов и регенеративной медицины.

1. Okuda T., Tominaga K., Kidoaki S. Time-programmed dual release formulation by multilayered drug-loaded nanofiber meshes // *J. Control. Release. Elsevier B.V.*, 2010. Vol. 143, № 2. P. 258–264.
2. Ren X. et al. An aligned porous electrospun fibrous membrane with controlled drug delivery – An efficient strategy to accelerate diabetic wound healing with improved angiogenesis // *Acta Biomater.* 2018. Vol. 70. P. 140–153.
3. Tort S. et al. Development and characterization of rapid dissolving ornidazole loaded PVP electrospun fibers // *Pharm. Dev. Technol. Taylor & Francis*, 2019. Vol. 24, № 7. P. 864–873.
4. Riggins C.N. et al. Electrospun PLGA Nanofiber Scaffolds Release Ibuprofen Faster and Degrade Slower After In Vivo Implantation // *Ann. Biomed. Eng.* 2017. Vol. 45, № 10. P. 2348–2359.
5. Balogh A. et al. Plasticized drug-loaded melt electrospun polymer mats: Characterization, thermal degradation, and release kinetics // *J. Pharm. Sci.* 2014. Vol. 103, № 4. P. 1278–1287.
6. Kamble R.N. et al. Fabrication of electrospun nanofibres of BCS II drug for enhanced dissolution and permeation across skin // *J. Adv. Res. Cairo University*, 2016. Vol. 7, № 3. P. 483–489.
7. Kataria K. et al. In vivo wound healing performance of drug loaded electrospun composite nanofibers transdermal patch // *Int. J. Pharm. Elsevier B.V.*, 2014. Vol. 469, № 1. P. 102–110.
8. Vrbata P. et al. Electrospun drug loaded membranes for sublingual administration of sumatriptan and naproxen // *Int. J. Pharm. Elsevier B.V.*, 2013. Vol. 457, № 1. P. 168–176.
9. Potrč T. et al. Electrospun polycaprolactone nanofibers as a potential oromucosal delivery system for poorly water-soluble drugs // *Eur. J. Pharm. Sci.* 2015. Vol. 75. P. 101–113.
10. Wei Z. et al. Novel PNIPAm-based electrospun nanofibres used directly as a drug carrier for “on-off” switchable drug release // *Colloids Surfaces B Biointerfaces. Elsevier*, 2019. Vol. 182, № July. P. 110347.
11. Wei Z. et al. Fabrication of novel dual thermo- and pH-sensitive poly (N-isopropylacrylamide-N-methylolacrylamide-acrylic acid) electrospun ultrafine fibres for controlled drug release // *Mater. Sci. Eng. C. Elsevier*, 2020. Vol. 115, № January. P. 111050.
12. Jiang Y.N., Mo H.Y., Yu D.G. Electrospun drug-loaded core-sheath PVP/zein nanofibers for biphasic drug release // *Int. J. Pharm. Elsevier B.V.*, 2012. Vol. 438, № 1–2. P. 232–239.
13. Huang L.Y. et al. Time-engineered biphasic drug release by electrospun nanofiber meshes // *Int. J. Pharm. Elsevier B.V.*, 2012. Vol. 436, № 1–2. P. 88–96.
14. Lee H. et al. Electrospun tri-layered zein/PVP-GO/zein nanofiber mats for providing biphasic drug release profiles // *Int. J. Pharm. Elsevier*, 2017. Vol. 531, № 1. P. 101–107.
15. Domb A.J. et al. Excretion of a radiolabelled anticancer biodegradable polymeric implant from the rabbit brain // *Biomaterials*. 1995. Vol. 16, № 14. P. 1069–1072.
16. Xu X. et al. The release behavior of doxorubicin hydrochloride from medicated fibers prepared by emulsion-electrospinning // *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 2008. Vol. 70, № 1. P. 165–170.
17. Luo X. et al. Antitumor activities of emulsion electrospun fibers with core loading of hydroxycamptothecin via intratumoral implantation // *Int. J. Pharm. Elsevier B.V.*, 2012. Vol. 425, № 1–2. P. 19–28.
18. Zhu H. et al. Biological activity of a nanofibrous barrier membrane containing bone morphogenetic protein formed by core-shell electrospinning as a sustained delivery vehicle // *J. Biomed. Mater. Res. - Part B Appl. Biomater.* 2013. Vol. 101, № 4. P. 541–552.
19. Wang C.Y. et al. The effect of aligned core-shell nanofibres delivering NGF on the promotion of sciatic nerve regeneration // *J. Biomater. Sci. Polym. Ed.* 2012. Vol. 23, № 1–4. P. 167–184.
20. Lee M.H. et al. Exovascular application of epigallocatechin-3-O-gallate-releasing electrospun poly(l-lactide glycolic acid) fiber sheets to reduce intimal hyperplasia in injured abdominal aorta // *Biomed. Mater. IOP Publishing*, 2015. Vol. 10, № 5. P. 55010.

Сердобинцев М.С., Кобыфа А.А., Бердес А.И., Соколович Е.Г., Яблонский П.К.
Современные особенности клинического течения туберкулезного артрита

*ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт
фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-03

Аннотация

В работе представлены основные особенности клинических проявлений туберкулеза суставов, сроки установления диагноза, стадийность специфического процесса, сопутствующая патология и осложнения хирургического лечения. Полученные данные будут важны для правильного планирования лечебно-диагностической стратегии в отношении больных костно-суставным туберкулезом.

Ключевые слова: костно-суставной туберкулез, клинические проявления, осложнения хирургического лечения.

Abstract

The paper presents the main features of the clinical manifestations of joint tuberculosis, the timing of the diagnosis, the staging of a specific process, concomitant pathology and complications of surgical treatment. The data obtained will be important for the correct planning of a treatment and diagnostic strategy for patients with osteoarticular tuberculosis.

Keywords: osteoarticular tuberculosis, clinical manifestations, complications of surgical treatment.

Введение. Туберкулез крупных суставов по частоте занимает второе место среди всех локализаций костно-суставного туберкулеза, характеризуется прогрессирующей деструкцией внутрисуставных анатомических образований (синовиальная оболочка, хрящевой покров, субхондральная кость), что является показанием к радикальному хирургическому лечению [1, 2, 3]. В настоящее время сохраняется высокий удельный вес больных туберкулезным артритом, впервые выявляемых на 3-4 стадиях процесса [4] с далеко зашедшей суб- и тотальной деструкцией суставных поверхностей, осложненной развитием параартикулярных абсцессов и свищей, предопределяющий высокий уровень первичной инвалидности заболевших и резкое угнетение их качества жизни. Утяжеляет течение патологического процесса в суставе возрастающая частота сочетания туберкулеза и ВИЧ-инфекции, что отражается и на результатах комплексного лечения этих больных [5,6,7].

Своевременная диагностика туберкулезного артрита предполагает начало оптимального противотуберкулезного лечения на ранних стадиях развития специфического процесса в суставе [8]. Поэтому оценка современных особенностей клинического течения туберкулезного артрита, параметров интраоперационного мониторинга на этапах комплексного лечения чрезвычайно важна в практическом преломлении действий врача любой специальности, встречающего в своей повседневной деятельности больных костно-суставным туберкулезом. В современной литературе сообщений на эту тему мы не встретили.

Цель исследования:

Улучшение диагностики туберкулеза суставов на основе учета современных особенностей его клинического течения.

Материалы и методы исследования. Дизайн: одноцентровое ретроспективное клиническое когортное исследование (III класс доказательности). Критерии включения больных в исследование: госпитализация в СПбНИИФ для выполнения хирургического лечения в период: 1 января 2017 ÷ 31 декабря 2019; возраст пациента на момент

операции: 18 и более лет; этиология заболевания: туберкулезный артрит; анамнез ≥ 6 месяцев. Критерии исключения: отсутствие подтверждения туберкулезной этиологии артрита.

В анализ включены данные оперированных 62 пациентов, отвечающих указанным критериям. Источник получения информации: материалы историй болезней (анамнез, протоколы операций, карты анестезиологического пособия, заключения инструментальных исследований), результаты лучевого обследования (рентгенограммы суставов; компьютерная томография и магнитно-резонансная томография сустава – при наличии).

Всем больным выполнена радикально-восстановительная операция на крупных суставах, включающая: фистул- абсцесс-, некрэктомию, моделирующая резекция костей, установка цементного спейсера.

Точки исследования: оценка статуса больного при поступлении в клинику и через 1 (выписка из отделения) и 6 месяцев после операции.

В процессе исследования анализу подвергнуты следующие параметры: характеристика пола и возраста больных, сопутствующие заболевания, факт ранее выполняемых операций на исследуемом суставе, стадия специфического артрита, диагностическая и терапевтическая пауза, анализированы частота и структура послеоперационных осложнений.

Стадию патологического процесса в суставе соотносили с классификацией СПб НИИФ [3] на момент поступления больного в клинику для хирургического лечения. Под диагностической паузой понимали время от начала первичных жалоб пациента и развития клинической картины заболевания до постановки диагноза. Терапевтическая пауза включала в себя продолжительность консервативного лечения больного от момента постановки диагноза до выполнения хирургического лечения. Она в части случаев была идентична длительности противотуберкулезного лечения. Учитывались факты предпринятых ранее операций на пораженном суставе, как по поводу текущего патологического процесса, так и вне связи с ним.

Эффективность хирургического лечения туберкулезного артрита оценивали с помощью широко представленных в хирургической ортопедии шкал функционального состояния тазобедренного сустава W.H. Harris [9] и коленного - KSS [10].

Система оценки тазобедренного сустава по Harris W.H. включает в себя характеристику боли, функции (хромота, использование дополнительной опоры при передвижении, возможность длительной ходьбы, способность сидеть, пользование общественным транспортом, поднятие по лестнице), деформация, амплитуда движения. При интерпретации балльной оценки по шкале Harris считали отличным результат в диапазоне баллов от 90 до 100, хорошим – от 80 до 89, удовлетворительным – от 70 до 79 и неудовлетворительным – ≤ 70 баллов.

Шкала оценки коленного сустава (KSS) включала в себя общую оценку коленного сустава (боль; сгибательная контрактура; переразгибание; общий диапазон сгибания; варус / вальгус; стабильность (передне-задняя и медиолатеральная). В оценке функции коленного сустава исследовали следующие параметры: ходьба по ровной поверхности; ходьба по лестнице; использование вспомогательных средств (опоры) при ходьбе. Каждый пункт оценивали различным количеством баллов (от 20 до 50). При интерпретации суммы баллов считали отличным результатом 80 – 100 баллов, хорошим – 70 – 79, удовлетворительным – 60 – 69, неудовлетворительным - < 60 баллов. При анализе осложнений, возникающих в процессе или по окончании хирургического лечения, учитывали септическое поражение операционной раны с ее вторичным заживлением, развитие параартикулярного абсцесса или свищевого процесса. Среди ортопедических осложнений учитывали деформацию оси оперированного сустава, ограничение амплитуды физиологической подвижности, а также пространственное

смещение внедренного в момент выполнения оперативного вмешательства трансплантата, спейсера или импланта.

Обработка полученных результатов выполнена в программе с использованием программы Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), версия 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Результаты исследования.

Возраст больных колебался от 26 до 71 года, средний составил 44 года. Среди включенных в исследование было 42 мужчин и 20 женщин. Пациенты были разделены на 2 группы согласно локализации артрита. В группу 1 вошли больные туберкулезным артритом тазобедренного сустава (n=38). 2 группу составили пациенты с подтвержденным туберкулезным гонитом (n=24). Верификация диагноза «туберкулезный артрит» основывалась на выделении культуры МБТ в результате посева операционного материала или биоптата на жидкие или плотные питательные среды или положительной ПЦР реакции на фрагменты ДНК возбудителя туберкулеза.

К сопутствующим заболеваниям, влияющим на течение послеоперационного периода и на эффективность предпринятого хирургического лечения, отнесли сахарный диабет, ВИЧ-инфекцию, хронические вирусные гепатиты В и С.

Распределение больных по полу и сопутствующей патологии представлено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение больных по половому признаку и наличию сопутствующей патологии

Признак		Туберкулезный коксит		Туберкулезный гонит		Всего
Сопутствующая патология		+	-	+	-	
Пол	муж	19	8	8	7	42
	жен	4	7	4	5	20
Всего		23	15	12	12	62

Установлено, что в группе 2 в равных долях были больные с исследуемой сопутствующей патологией как среди мужчин, так и среди женщин. У больных 1 группы (туберкулезный коксит) сопутствующая патология встречалась в 4,5 раза чаще у мужчин.

Анализ взятых из медицинских документов сведений об имевшихся случаях ранее выполненных оперативных вмешательствах на исследуемом суставе показал (рис. 1), что 2/3 больных до поступления в клинику ранее подвергались хирургическому лечению, в большинстве случаев это пациенты с поражением тазобедренного сустава.

Рисунок 1. Частота выполнения предшествующих операций на суставе у исследуемых больных.

Оценена связь частоты предыдущих операций со стадией специфического процесса. Установлено, что если со 2 стадией заболевания ранее оперировались 25% больных, с 3 стадией – 50%, то при 4 стадии артрита (n=21) операции на суставах в анамнезе присутствовали у 100% исследуемых больных.

Оценка стадии артрита проводилась на основании клинико-рентгенологической картины. Распределение по стадиям артрита представлено на рисунке 2.

Рисунок 2. Распределение пациентов по стадиям артрита

Установлено, что в клинику СПБНИИФ для хирургического лечения поступали больные с прогрессирующим деструктивным специфическим артритом тазобедренного и коленного суставов, причем со 2 стадией процесса, при которой еще сохраняется функциональная полноценность сустава как органа, всего 6,5% больных. Подавляющая часть поступающих больных – 93,5% - это пациенты с 3 и 4 стадией процесса, с нарушенной или утраченной функцией сустава, причем с субтотальным или тотальным поражением тканей сустава – 35,5% больных.

Анализ данных о диагностической паузе среди исследуемых групп пациентов с учетом стадии артрита представлен в таблице 2. Средний показатель диагностической паузы у всех больных составил 13,6 месяцев, межгрупповые отличия показателя были значительны ($p=0,001$): в зависимости от стадии заболевания диагноз «Туберкулезный коксит» устанавливали в 2 – 4,5 быстрее по отношению к диагнозу «Туберкулезный гонит».

Таблица 2

Длительность установления диагноза в зависимости от стадии артрита

Локализация процесса	Стадия артрита	Диагностическая пауза		Среднее значение
		минимум	максимум	
Туберкулезный коксит	3	0 месяцев	17 месяцев	5 месяцев
	4	1 месяц	9 месяцев	6 месяцев
Туберкулезный гонит	2	0 месяцев	96 месяцев	26 месяцев
	3	1 месяц	88 месяцев	24 месяца
	4	0 месяцев	55 месяцев	12 месяцев

Исследован показатель длительности противотуберкулезного лечения. В группе 1 (туберкулезный коксит) он составил: $12 \pm 5,5$ месяцев (Me – 12 месяцев, min – 2

месяца, max – 24 месяца). В группе 2 (туберкулезный гонит) он не отличался от предыдущего: $10,5 \pm 6,5$ месяцев (Me – 9,5 месяцев, min – 0 месяца, max – 23 месяца) ($p=0,12$).

Структура сопутствующих заболеваний представлена следующим образом: сахарный диабет установлен у 2 пациентов, в том числе у одного – сочетание СД с ВИЧ-инфекцией и гепатитом «С». У всех исследуемых больных в 29 наблюдениях имела ВИЧ инфекция (46,8%). Хронический вирусный гепатит «В» установлен у 3 пациентов (4,8%), хронический вирусный гепатит «С» встретился у 29 больных (46,8%), в том у 26 пациентов (41,9%) имелось сочетание ВИЧ-инфекции и гепатита «С», а у 2 пациентов (3,2%) ВИЧ-инфекция сочеталась с гепатитами «В» и «С».

Структура послеоперационных осложнений в исследуемых группах была следующей. Инфекционные осложнения отмечались у 10 больных: нагноение послеоперационной раны у 4 пациентов, формирование абсцесса/свища в области хирургического вмешательства у 10 пациентов, сочетание указанных осложнений – у 2 больных. Ортопедические осложнения были выявлены у 19 пациентов, в том числе контрактура оперированного сустава – у 16 пациентов, деформация оси сустава – в 12 случаях, у 9 пациентов ограничение движений в суставе сочеталось с его деформацией. Дестабилизация имплантата отмечена у 4 больных (у 2 пациентов сочеталось с инфекционными и ортопедическими осложнениями). Данные о послеоперационных осложнениях представлены в таблице 3.

Таблица 3

Структура послеоперационных осложнений (абсолютное число / частота в % от числа больных в группе)

Группа	Осложнение					Всего
	Инфекционные		Ортопедические		Дестабилизация импланта	
	Нагноение раны с вторичным заживлением	Абсцесс/ свищ	Контрактура	Деформа-ция		
1 (n=38)	2 / 5,3	10 / 26,3	6 / 15,8	6 / 15,8	2 / 5,3	26 / 68,4
2 (n=24)	2 / 8,3	1 / 4,2	10 / 41,7	6 / 25,0	0	19 / 79,2
Всего	4	11	16	12	2	45

Анализ данных, приведенных в таблице, показал, что частота послеоперационных осложнений была достаточно высокой в обеих группах больных и не различалась между собой ($p=0,29$). Выявлены значимые отличия в структуре осложнений. Так, суммарная частота септических осложнений (нагноение раны с вторичным заживлением; абсцесс, свищ) в 1 группе больных составила 31,6%, во 2 группе оказалась в 2,5 раза меньшей – 12, 5%, ($p=0,021$). Иная зависимость прослежена в отношении ортопедических осложнений: в послеоперационном периоде после вмешательств на коленном суставе у 66,7% больных отмечались случаи ограничения подвижности в суставе и изменение его оси. Аналогичный показатель в случаях операций на тазобедренном суставе оказался в 2 раза меньшим – 31,6% ($p=0,017$).

Структура результатов хирургического лечения по приведенным оценочным шкалам отражена в таблице 4.

Таблица 4

Функциональная оценка сустава в процессе хирургического лечения у исследуемых больных

Группа	Ортопедический статус	Оценка результата		
		Неудовлетворительный	Удовлетворительный	Хороший и отличный
1	При поступлении	38	0	0

n=38	При выписке	24	14	0
	Через 6 месяцев	19	14	5
2	При поступлении	18	5	1
n=24	При выписке	1	12	11
	Через 6 месяцев	2	6	16
Всего	При поступлении	56	5	1
n=62	При выписке	25	26	11
	Через 6 месяцев	21	30	21

Анализ приведенных в таблице данных показал, что сравнению подверглись параметры двух различных оценочных шкал по одному интегральному, присутствующему в обеих шкалах, показателю: характеристике исхода лечения. В этом смысле сравнение представляется корректным и потому, что он носит количественный характер. Обращает на себя внимание тот факт, что функциональный (ортопедический) статус больных *при поступлении в клинику* был различным по сравниваемым группам. С 1 группе с неудовлетворительным статусом было 38 пациентов – 100% больных, во 2 группе таких больных было 75%, $p=0,044$. *При выписке больных из отделения*, в среднем, через 1 месяц послеоперационного наблюдения, больных с неудовлетворительной оценкой функции сустава в 1 группе было 24 – 63,2%, а в группе 2 – всего 1 больной, 4,2%, $p < 0,001$. В 1 группе в эти же сроки пациентов с хорошими и отличными результатами хирургического лечения не было, в группе 2 их частота достигла 45,8%, $p < 0,001$. Через 6 месяцев после операции в 1 группе было 5 больных с хорошими и отличными результатами (13,2%), в то же время во 2 группе таких наблюдений было 16, или 66,7%, $p < 0,001$.

Таким образом, при туберкулезе крупных суставов степень функционального дефицита более выражена в случаях поражения тазобедренного сустава по отношению коленному и его послеоперационный регресс более медленный.

Заключение. Таким образом, по материалам настоящего исследования установлено, что туберкулезом крупных суставов болеют чаще мужчины среднего возраста, при этом у них в 4,5 раза чаще присутствует сопутствующая патология, влияющая на результат предпринятого лечения. 2/3 больных до поступления в клинику ранее подвергались хирургическому лечению, в большинстве случаев это пациенты с поражением тазобедренного сустава. Подавляющая часть поступающих больных – 93,5% - это пациенты с 3 и 4 стадией процесса, с нарушенной или утраченной функцией сустава, причем с субтотальным или тотальным поражением тканей сустава – 35,5% больных. Средний показатель диагностической паузы у всех больных составил 13,6 месяцев, диагноз «Туберкулезный коксит» устанавливали в 2 – 4,5 быстрее по отношению к диагнозу «Туберкулезный гонит». Длительность предшествующего операции противотуберкулезного лечения на крупных суставах колебалась от 9,5 до 12 месяцев. У 46,8% исследуемых больных имелась ВИЧ инфекция, хронический вирусный гепатит «В» установлен у 4,8%, хронический вирусный гепатит «С» встретился у 46,8% больных. Осложнения в послеоперационном периоде в случаях коксита наблюдались чаще септического происхождения с частотой до 31,6%. При вовлечении в процесс коленного сустава характер осложнений в основном ортопедический с высокой частотой, достигающей 66,7%. При одинаковых сроках заболевания туберкулез тазобедренного сустава протекает с более выраженным функциональным дефицитом, регресс которого в послеоперационном периоде более медленный по сравнению с коленным суставом.

1. Гарбуз А.Е., Сердобинцев М.С., Гусева В.Н. Современная восстановительная хирургия туберкулеза позвоночника и суставов. Проблемы туберкулеза. 2002. № 4. С. 27.
2. Сердобинцев М.С., Бердес А.И., Бурлаков С.В., Вишневский А.А., Ирисова Н.Р., Кафтырев А.С., Корнилова З.Х., Мушкин А.Ю., Павлова М.В., Перецманас Е.О., Трушина О.А., Хацин Д.Л.

- Клинические рекомендации по диагностике и лечению туберкулеза костей и суставов у взрослых. Медицинский альянс. 2014. № 4. С. 52-62.
3. Гарбуз А.Е., Мушкин А.Ю., Баринков В.С., Ягафарова Р.К., Гусева В.Н., Коваленко К.Н., Наконечный Г.Д., Олейник А.Н., Олейник В.В., Сердобинцев М.С., Советова Н.А., Семеновский А.В., Хокканен В.М., Беллендир Э.Н., Песчанская И.Н., Ариэль Б.М. Клиническая классификация внелегочного туберкулеза. Проблемы туберкулеза и болезней легких. 2005. Т. 82. № 5. С. 52-57.
 4. Saraf S.K., Tuli S.M.. Tuberculosis of hip: A current concept review. Indian J Orthop. Jan-Feb 2015; Volume 49. Issue 1. P.1-9.
 5. Галкин В. Б., Стерликов С. А., Яблонский П. К., Бельтюков М. В., Гришко А. Н., Баглина С. С., Васильева Т. В., Данилова Т. И., Кононенко Ю. С., Кулижская А. И., Милютин П. А., Преснова С. Э., Пятунин С. В., Тоинова С. В., Туркина Е. Н., Юхнова Е. А. Динамика распространенности туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью и ВИЧ-инфекцией в Северо-Западном регионе России. Медицинский альянс. 2019. №2. С. 6 – 23.
 6. Нечаева О. Б. Эпидемическая ситуация по ВИЧ-инфекции в России. Медицинский альянс. 2019. том 7. № 4. С. 6 – 16.
 7. Чжао И., Загдын З. М., Павлова М. В., Арчакова Л. И., Соколов Е. Г., Яблонский П. К. Туберкулез и ВИЧ-инфекция в Российской Федерации: факторы риска МЛУ-ТБ среди пациентов с ВИЧ-инфекцией (обзор). Медицинский альянс. 2020. том 8, № 1. С. 6 – 13.
 8. Хоменко В. А., Семенова Л. А., Власова Е. Б. Туберкулез костей и суставов различной локализации (методы диагностики и хирургического лечения). Медицинский альянс. 2019. № 2. С. 77-82.
 9. Harris W.H. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end result study using a new method of result evaluation. Bone and joint surgery. 1969. №51. P. 737–755.
 10. Insall J. N., Dorr L. D., Scott R. D., Scott W. N. Rationale of the Knee Society Clinical Rating System. Clinical Orthopaedics and Related Reserch. 1989. No. 248. P. 13–14.

Ушаков Е.В.

**Методологические проблемы измерения качества жизни в здравоохранении:
требования интегральной оценки воздействия медицинских вмешательств**

*Российская академия народного хозяйства и государственной службы при
Президенте Российской Федерации
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-04

Аннотация

Статья посвящена проблемам оценки качества жизни в здравоохранении как относительно новому направлению в медицинской науке и практике. Качество жизни пациента представляет собой многомерное понятие, основанное на субъективных и объективных параметрах ситуации пациента, связанных с его состоянием и особенностями медицинской помощи. Отмечается, что оценка качества жизни пока сопряжена с наличием множества проблем разнообразной природы: прежде всего, научно-методологических и этических.

Ключевые слова: медицина, здравоохранение, качество жизни, оценка медицинских технологий, эффективность медицинских вмешательств, методологические проблемы современной медицины.

Abstract

The article is devoted to the problems of assessing the quality of life in healthcare as a relatively new direction in medical science and practice. The patient's quality of life is a multidimensional concept based on the subjective and objective parameters of the patient's situation related to his condition and the features of medical care. It is noted that the assessment of the quality of life is still associated with the presence of many problems of a diverse nature: primarily scientific, methodological and ethical.

Keywords: medicine, healthcare, quality of life, assessment of medical technologies, effectiveness of medical interventions, methodological problems of contemporary medicine.

При анализе воздействия медицинских технологий оценка качества жизни используется сегодня как один из важнейших индикаторов последствий (исходов) вмешательств, наряду с прямыми и суррогатными клиническими исходами, экономическими показателями и другими параметрами.

В начальный период успехов медицинских технологий (примерно с 50 - 60-х годов XX в.) медицинское сообщество было увлечено сугубо техническими возможностями медицинских вмешательств. При этом более обширный диапазон эффектов медицинских вмешательств - включая влияние медицинских вмешательств на самоощущение пациента, их совместимость с его личными ценностями и т.п. - интересовал специалистов в гораздо меньшей степени. По сравнению с этими временами, сейчас произошло основательное расширение ориентиров клинической практики - от узко биомедицинских критериев к социальным и гуманитарным параметрам.

Проблема качества жизни пришла в медицинскую сферу из социальных наук, где она сформировалась как особое поле исследований, охватываемых обширной группой дисциплин и направлений: экономикой, социологией, демографией, политологией, экологией, психологией и другими. В основании темы качества жизни лежат глубокие философские обсуждения того, что такое «благополучная» или «совершенная» жизнь, уходящие корнями в философские учения античности. В медицинской сфере эта тематика преломилась, прежде всего, в виде проблемы «качества жизни, связанного со здоровьем» (health-related quality of life). Интерес медицинского сообщества к качеству жизни в связи со здоровьем и лечением возник в 70-е годы, и далее усиливался в возрастающей степени в 80-е и 90-е годы. В 1999 г. появилась первая монография на эту тему и в отечественной литературе [1]. На сегодняшний день проблема оценки качества жизни, связанного со здоровьем, стала обширной и самостоятельной областью исследований в медицинских науках.

Учет качества жизни пациента чрезвычайно важен при долгосрочной помощи, при неизлечимых заболеваниях и состояниях. Более того, в этих ситуациях обеспечение максимально высокого качества жизни оказывается, фактически, *единственной* достижимой целью медицинской помощи.

Еще одна причина интереса к субъективным представлениям пациента в процессе лечения связана с потребностью добиваться *практической* эффективности (effectiveness) медицинских вмешательств. Эта проблема тоже относительно недавно попала в поле зрения исследователей. Необходимость учитывать общее восприятие пациентом своей жизненной ситуации и предоставляемой ему помощи сопряжена с таким понятием, как *комплаенс*, или согласие пациента сотрудничать с лечащим врачом. Очевидно, что при массе побочных эффектов, обременительности лечения и прочих негативных явлениях желание пациента лечиться резко снижается.

Несмотря на то, что качество жизни связано с субъективными оценками индивидов и является трудно уточняемым понятием, оно, в соответствии с современными методологическими нормами, должно быть максимально прояснено, операционализировано и выражено в виде определенного конструкта (желательно в количественной форме). Итоговая оценка качества жизни является, как правило, многомерным понятием и строится как на самооценке пациента, так и на объективных данных, характеризующих текущее состояние здоровья пациента.

Основным инструментом изучения качества жизни, связанного со здоровьем, являются специальные опросники. Они включают в себя различные стороны восприятия пациентом своей жизненной ситуации в связи с заболеванием и лечением. Многочисленные и длительные усилия исследователей по созданию валидных

инструментов привели к появлению более или менее надежных шкал, которые сегодня вошли в широкую практику. К ним можно отнести, например, профиль влияния болезни (Sickness Impact Profile), Ноттингемский профиль здоровья (Nottingham Health Profile), SF-36 и другие.

Эти инструменты сегодня активно используются в исследованиях. К примеру, шкала SF-86 является хорошо валидизированным и достаточно распространенным в международной практике средством для изучения качества жизни. Практическое достоинство опросника SF-86 состоит в том, что он небольшой и его можно относительно быстро и легко заполнить (например, пациент может ответить на вопросы даже по телефону).

Потребность в сравнениях альтернатив, касающихся различных медицинских технологий (в том числе вмешательств, проводимых по отношению к совершенно различным классам заболеваний), по их экономическим эффектам, привела к поиску шкал высокой степени общности. Значительную популярность в этой области завоевала шкала QALY (quality adjusted life years, или «годы жизни с поправкой на качество»), которая измеряет качество жизни пациентов в терминах субъективных полезностей (utilities). В основу шкалы положено соглашение о том, что «совершенно» здоровая жизнь оценивается в единицу, а летальный исход - в ноль. Все остальные ситуации (жизнь в условиях заболевания) находятся между этими крайними точками. Чем хуже качество жизни пациента, тем меньшее значение соответствует ей на этой шкале. Если медицинская технология достигает определенного выигрыша в продолжительности жизни, но ценой заметно сниженного качества, то такая жизнь будет условно оцениваться как более «короткая» по сравнению со здоровой жизнью.

Шкала QALY активно применяется сегодня для проведения научных исследований и для практического решения проблем здравоохранения. Так, сопоставление полезности (utility) медицинского вмешательства по шкале QALY с величиной затрат (например, стоимость одного года QALY) позволяет сравнить экономическую эффективность различных медицинских технологий, что может быть рекомендовано для принятия практических решений относительно распределения ресурсов. Этой теме посвящен специальный вид исследований в области экономики здравоохранения: так называемый анализ «стоимость/полезность», или cost - utility analysis.

Однако следует отметить, что измерение качества жизни сталкивается с существенными методологическими трудностями. В частности, притязания исследователей на то, что шкала QALY может служить универсальной системой измерения для различных состояний здоровья, подвергаются критике со стороны многих авторов. Очевидно, что высокая общность этой шкалы достигается путем значительных, часто весьма искусственных модификаций эмпирических данных, а также сопровождается потерями релевантной информации, которая более удачно схватывается с помощью более специализированных инструментов. В этой связи высказываются серьезные сомнения по поводу ее валидности и адекватности для решения исследовательских задач [2, p. 12].

Трудности удовлетворительного уточнения понятия качества жизни связаны не только с его неустранимой субъективностью (т.к. оно по определению является субъективной оценкой), но и с тем, что оно может быть рассмотрено с разных перспектив. Так, Ноттингемский профиль здоровья отражает качество жизни с точки зрения непрофессионала.

Однако представления о том, что такое хорошее качество жизни при данном лечении, могут существенно расходиться у пациентов и медицинского сообщества. При этом трудно ожидать, что эти расхождения могут быть преодолены каким-то приемлемым способом.

Существуют и этические проблемы в измерении качества жизни. Это связано с тем, что качество жизни, будучи оценочным понятием, всегда проводит с собой определенную систему ценностей - в том числе, возможно, скрытую, имплицитную. В результате суждение по поводу приемлемости лечения (которое дальше может стать основой для принятия политических решений) оказывается интерпретацией лечения в некоторой ценностной системе, которая сама по себе может быть далеко не безупречной. Принятые политические решения, в свою очередь, способны принести те или иные политические последствия для партикулярных социальных групп: например, стать проводником контроля или несправедливости. Так, специалист по медицинской этике Джон Харрис утверждает, что шкала QALY на самом деле инкорпорирует предубеждения современного общества со всеми его дискриминационными тенденциями (неравенство по полу, возрасту, неприятие людей с неизлечимой инвалидностью) [3].

Увлечение измерением качества жизни в клинических исследованиях иной раз приводит к тому, что это измерение становится самоцелью, не связанной непосредственно с нуждами практики. Так, сегодня можно наблюдать включение оценки качества жизни в клинические исследования даже тогда, когда основание и структура такой оценки плохо определены. Кроме того, оценка качества жизни не должна иметь абстрактный, непонятный клиницисту характер. Как справедливо замечают М. Теста и Д. Симонсон, практическая польза, извлекаемая из исследований качества жизни, зависит от того, следуют ли из оснований, по которым проводится оценка, практические приложения, а также могут ли изменения в качестве жизни и терапевтические эффекты быть понятны для клиницистов и лиц, планирующих политику здравоохранения [4].

Таким образом, задача измерения качества жизни еще сохраняет множество нерешенных проблем и требует дальнейшей работы. Тем не менее, сегодня можно с уверенностью утверждать, что, несмотря на ряд методологических трудностей, качество жизни уже стало одним из общепринятых критериев оценки медицинских технологий.

1. Новик А.А., Ионова Т.И., Кайнд П. Концепция исследования качества жизни в медицине. - СПб., 1999.
2. Bowling A. Measuring disease: a review of disease-specific quality of life measurement scales. 2nd ed. Open University Press: Buckingham, Philadelphia, 2001.
3. Harris J. QALYfying the value of life // Journal of Medical Ethics 1987; 13: p. 117-123.
4. Testa M.A., Simonson D. C. Assessment of quality-of-life outcomes // The New England Journal of Medicine, 1996, 334, 13, p. 835-840.

Ушаков Е.В.

**Роль коллоквиумов в коммуникативных практиках медицинского сообщества:
дискурс медицины и коллективная клиническая рациональность**

*Российская академия народного хозяйства и государственной службы при
Президенте Российской Федерации
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-05

Аннотация

В статье рассматривается проблема коллективных коммуникативных практик в медицинском сообществе (коллоквиумов). Эта форма взаимодействия медицинских специалистов позволяет решить ряд практических проблем оказания помощи пациенту. В статье делается вывод о том, что для дальнейшего продвижения медицины

необходимо развитие коммуникативных практик, основанных на клиническом опыте, аргументации, практическом суждении.

Ключевые слова: медицина, здравоохранение, биомедицинская этика, коммуникативные практики медицины, проблема рациональности медицины, медицинский дискурс.

Abstract

The article deals with the problem of collective communicative practices in the medical community (colloquiums). This form of interaction of medical specialists allows us to solve a number of practical problems of medical care. The article concludes that for the further advancement of medicine, it is necessary to develop communicative practices based on clinical experience, argumentation, and practical judgment.

Keywords: medicine, healthcare, biomedical ethics, communicative practices of medicine, the problem of rationality of medicine, medical discourse.

Коммуникативные практики медицины, помимо отношений вида врач – пациент, являющихся одной из центральных проблем современной биомедицинской этики, охватывают также такую область взаимодействий, как специалист – специалист.

Коллоквиумы, или медицинские обсуждения среди профессионалов, играют существенную роль в медицинской деятельности. Коллоквиум следует отличать от *консилиума* (лат. *colloquium* – разговор, беседа; *consilium* – совещание, обсуждение). Коллоквиум является более общим понятием, которое мы и будем преимущественно использовать далее. Консилиум есть специальная форма коллоквиума, более официальная и производящая, как правило, документированные решения.

Роль коллоквиума особо важна из-за разделения труда в современной медицине. В коллоквиумах происходят согласование различающихся точек зрения, обмен мнениями, обогащение опыта, преодоление профессиональных перегородок и выработка более компетентного суждения. Здесь достигается трансляция специальных, фрагментарных медицинских знаний в окончательное суждение – своего рода синтез единой клинической картины из разрозненных компонентов.

В коллоквиуме присутствует подчеркнутый объективизм. Из медицинского дискурса изгоняются эмоции и личные отношения. Это всегда «разговор по делу», который должен состоять только из фактов, проблем, предположений, аргументации и решений.

Правила официальной «этики консилиума» предполагают примерно следующее: (1) каждый врач должен дать свои суждения об основаниях данного диагноза, предполагаемом диагнозе, оценке состояния, лечении и его изменениях; (2) каждое свое утверждение врач должен обосновывать доказательными рассуждениями; (3) все замеченные ошибки, допущенные лечащим врачом, должны отмечаться в деликатной, доброжелательной форме [1, с. 178].

Однако процесс медицинских обсуждений не сводится к научно-подобной дискуссии и выводу логически безупречных суждений. Помимо того, что сюда в той или иной степени проводятся различные эмоциональные компоненты, в ходе коллоквиума зачастую вырабатывается некое «официальное», по сути *ценностное* отношение коллектива (и вместе с ним – лечащего врача) к тому или иному пациенту.

По отношению к больному выстраивается его индивидуальная оценка – исходя из его прогноза, сложности клинической картины, особенностей жизненной ситуации, и даже его личностных особенностей (возраст, поведение и др.), и именно в этой нормативной системе врач далее будет вести пациента и оценивать динамику его улучшений и ухудшений.

Построенная в ходе коллоквиума коллективная оценка ситуации пациента будет влиять на дальнейшее развитие событий. В коллоквиуме формируется курс

клинических действий, диапазон возможных решений, тактик, исходов и т.п. В этом процессе интегрируются нейтральные клинические данные и индивидуальные, субъективные суждения.

Личностные, эмоциональные компоненты могут включаться в обсуждение маргинальными путями - в виде каких-то оброненных замечаний, оттенков речи, невербальных знаков. Они в лучшем случае достраивают оценочную клиническую картину, но могут и существенно сместить весь ход обсуждения. Это становится заметнее в каких-то эмоционально ярких случаях: например, когда особенно *жалко* пациента (молодой, привлекательный, располагающий и т.п.) или, наоборот, когда он особо отталкивающий. Сюда могут подключиться также некоторые «защитные» установки по отношению к пациенту (например, в целях избежать претензий, судебных исков - типичный феномен *defensive medicine*, «защищающейся медицины»). Компоненты «защиты» становятся одним из факторов дистанцирования медицинской системы от индивида. Во внутренних собеседованиях идет оформление встречи пациента и медицинской системы, вплоть до выработки коллективной стратегии поведения, а внутриклинический дискурс отмежевывается от внешнего - от диалога с пациентом и его родственниками.

Разумеется, в медицинском обсуждении фигурируют также феномены *власти*. Это касается властных различий внутри пространства коллоквиума, а также властного отношения к пациенту. В коллоквиуме более авторитетные собеседники проводят свою линию, а заодно лишний раз демонстрируют свою власть как таковую. По отношению к больному тоже может формироваться специфическая политическая линия: например, намерение убедить пациента в конкретном выборе, а, может быть, даже и «подавить сопротивление» теми или иными неформальными способами. Замечательно, что коллоквиум - это, в большинстве случаев, коллектив, обсуждающий пациента без самого пациента. Коллоквиум является сугубо профессиональным разговором. Коллоквиум не делегирует пациенту право принятия решения, а решает сам; он сам выбирает оптимальную клиническую альтернативу. В типичном медицинском совещании согласие пациента на те или иные действия подразумевается по большей части само собой разумеющимся, как бы уже полученным. Трудно представить, чтобы после каждой фразы клиницисты добавляли «...если, конечно, пациент будет согласен с этим».

Таким образом, коллоквиум выступает своеобразным инструментом и проводником медицинской власти, способом ее установления, поддержания и рутинного применения, а также процедурой ее *внутриклинической легитимации*. Действительно, коллоквиум есть средство обоснования клинических действий, особенно в тех случаях, когда налицо нехватка свидетельств и оснований для вынесения клинического суждения. Именно коллоквиум / консилиум проводит улаживание спорной ситуации и оправдание выбранной альтернативы.

Конечно, *согласие* профессионалов в коллоквиуме - это не единственный (и не постоянный) его продукт. Согласие, особенно в официальном коллоквиуме - консилиуме, во многих случаях будет скорее ускоренно *сконструировано* какими-то решающими процедурами нормативного и властного порядка. Вероятность скрытого или явного конфликта здесь никогда не может быть исключена, как и в любой коммуникации (тем более - в институционализированной). В коллоквиуме нередко задействованы определенные конфликтогенные факторы - такие, как властное соперничество, профессиональные амбиции клиницистов, убеждения в собственной специализированной компетенции.

В ткань коллоквиума вплетаются и *моральные* вопросы. Здесь обсуждаются различные этические альтернативы: как лучше поступить, стоит ли пойти на рискованное вмешательство, как лучше известить пациента или его родственников

(например, в случае неблагоприятного прогноза). Зачастую морально тяжелые решения легче даются и оправдываются через консилиум, чем индивидуальным размышлением и решением лечащего врача.

Коллоквиум, таким образом, выступает также в роли морального авторитета и одновременно коллективного морального деятеля.

Кроме того, внутриклиническая коммуникация значима для процессов *обучения* медицинской профессии. Учащемуся надо суметь войти в дискурс специалистов: ему нужно не только почерпнуть от преподавателей специальные медицинские знания, но изучить языковой *praxis* клинического сообщества, научиться общаться, участвовать в обсуждениях, жить в этой профессиональной культуре, мыслить и действовать по ее правилам. Попутно заметим, что клинические авторитеты традиционно играют большую роль в созревании молодого врача. Польский психотерапевт и философ медицины Т. Биликевич подчеркивает, что клинический авторитет оказывает огромное влияние на всех, кто оказывается подле него, от молодых докторов до сестер и санитарок. Они перенимают порой даже жесты и манеры ведущего врача (например, такого «брутального хирурга»), а тем более его обращение с пациентами и его клинические убеждения [2, s. 144-145].

Итак, коллоквиум – это пространство, в котором обсуждается сложная тематика: помимо улаживания клинических вопросов, сюда в той или иной мере внедряются также социальные, этические, психологические проблемы. Это пространство коллективного рационального мышления, которое, однако, совсем не свободно от эмоций, личных отношений, предубеждений, амбиций и властного давления. Коллоквиум есть способ профессиональной артикуляции и индивидуализации конкретной клинической проблемы. Вместе с тем коллоквиум является развивающимся, поисковым процессом, от результатов которого во многом зависит дальнейшее течение клинических событий. Для самого клинического сообщества процессы профессионального обсуждения имеют фундаментальное значение, способствуя образованию и поддержанию клинического сообщества как базисного института медицины.

1. Александров Л.Н., Козаченко В.И., Петленко В.П., Пирожинский В.Н. Диалогика медицины. Основы врачебного мышления. – СПб., 1995.
2. Bilikiewicz T. Psychoterapia w praktyce ogólnolekarskiej. – Warszawa, 1976.

Чаулин А.М.^{1,2}

Сердечные тропонины как биомаркеры сердечно-сосудистых заболеваний

¹*Самарский государственный медицинский университет*

²*Самарский областной клинический кардиологический диспансер
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-06

Аннотация

Вклад лабораторной диагностики в оптимальное ведение пациентов, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями бесспорен. Методы лабораторной диагностики постоянно развиваются и открываются новые биомаркеры, которые улучшают диагностику сердечно-сосудистых заболеваний. Среди биомаркеров сердечно-сосудистых заболеваний ключевую роль играют сердечные тропонины, которые отличаются высокой чувствительностью и специфичностью. В статье рассмотрены возможности использования и диагностическая ценность сердечных

тропонинов, определяемых современными высокочувствительными иммунологическими анализами. Также подробно обсуждается возможность использования сердечных тропонинов в качестве биомаркеров для оценки сердечно-сосудистого риска в здоровой популяции.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, биомаркер, лабораторная диагностика, сердечные тропонины.

Abstract

The contribution of laboratory diagnostics to the optimal management of patients suffering from cardiovascular diseases is indisputable. Laboratory diagnostic methods are constantly developing and new biomarkers are being discovered that improve the diagnosis of cardiovascular diseases. Among the biomarkers of cardiovascular diseases, cardiac troponins play a key role, which are characterized by high sensitivity and specificity. The article considers the possibilities of using and diagnostic value of cardiac troponins determined by modern highly sensitive immunological analyzes. The possibility of using cardiac troponins as biomarkers for assessing cardiovascular risk in a healthy population is also discussed in detail.

Keywords: cardiovascular diseases, biomarker, laboratory diagnostics, cardiac troponins.

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются ведущей причиной смерти, заболеваемости и госпитализаций во всем мире [1-3]. Стратификация риска для пациента является важной целью, поскольку она определяет стратегии лечения и последующего наблюдения, конечной целью которых является влияние на естественное течение болезни. Лабораторные биомаркеры с интересом рассматриваются как инструменты прогностической стратификации [4–6]. За последние годы в этом отношении было оценено более 100 новых биомаркеров, опубликовано более 4000 клинических исследований [6-9].

Оценка прогностической точности нового сердечно-сосудистого биомаркера очень сложна [9, 10]. Согласно принципам доказательной лабораторной медицины, биомаркер должен не только быть независимым предиктором результата в моделях множественной регрессии, но и влиять на ведение пациента [5, 11], что является предпосылкой экономической эффективности. В результате очень немногие новые лабораторные биомаркеры рекомендуются для прогнозирования риска [12, 13].

Сердечная недостаточность (СН) - терминальная форма многих сердечных заболеваний [14]. Натрийуретические пептиды (NP) и сердечные тропонины (сTns) независимо вносят вклад в оценку сердечно-сосудистого риска, поскольку эти биомаркеры участвуют в различных патофизиологических механизмах, связанных с сердечной дисфункцией и прогрессированием сердечной недостаточности [14, 15]. Большое количество клинических исследований продемонстрировало, что NP и сTn плазмы являются независимыми предикторами прогноза при СН [14-20]. Основываясь на этих выводах, Руководящие принципы Американской федерации кардиологов / Американской кардиологической ассоциации / Ассоциации общества сердечной недостаточности (2017) подтвердили, что NP и сTn являются биомаркерами первой линии для стратификации риска как при острой, так и при хронической сердечной недостаточности [21].

сTns как биомаркеры сердечно-сосудистого риска в общей популяции

Только после 2006 года введение в клиническую лабораторную практику иммуноанализов с повышенной аналитической чувствительностью (высокочувствительные (hs)-методы)) позволило выявить повышенные уровни сTnI и сTnT у пациентов с сердечными заболеваниями, отличными от инфаркта миокарда

(ИМ), у пациентов с внесердечные заболевания (почечные, легочные и воспалительные заболевания) и даже у некоторых практически здоровых людей [22-26]. Кроме того, несколько исследований [27, 28], включая также два метаанализа и два обзора [29-32], продемонстрировали, что сердечно-сосудистый риск имеет тенденцию к увеличению также у некоторых практически здоровых людей обоего пола при для значениях сTn выше 99-го перцентиля, который является пороговым значением, рекомендованным всеми международными рекомендациями по диагностике ИМ [33, 34].

В частности, в 2017 году Willeit et al. [30] выполнили метаанализ, включающий 28 исследований с 154 052 участниками. Значения сTnI, измеренные методами Architect (14 исследований) и Erenna (три исследования), были обнаружены у 82,6% людей, а значения сTnT - только у 69,7% (метод ECLIA, 11 исследований).

Совсем недавно Welsh et al. [35] оценили распределение и связь между сTnT (измеренным методом ECLIA), сTnI (измеренным методом Architect) и другими сердечно-сосудистыми факторами риска в большой общей популяции (19 501 человек, возрастной диапазон: 18–98 лет). Обнаруживаемые концентрации сTnT и сTnI были выявлены у 10 395 участников (53,3%) и 14 579 (74,8%), соответственно. Женщины и молодые люди с большей вероятностью имели неопределяемую концентрацию сTns [35]. Более 50% женщин в возрастных группах ≤50–59 лет имели неопределяемый сTnT, а > 50% женщин в возрастных группах ≤30–39 лет имели неопределяемый сTnI [35]. Было выявлено 296 участников мужского пола (3,6%) и 897 участников женского пола (7,9%) с результатом сTnT выше рекомендованного 99-го перцентиля (15,5 и 9,0 нг / л соответственно). Для сTnI 83 участника мужского пола (1,0%) и 115 участников женского пола (1,0%) были выше рекомендованного 99-го перцентиля (34,2 и 15,6 нг / л соответственно) [35]. В среднем более высокие уровни тропонина чаще обнаруживались у пожилых людей с более высоким индексом массы тела (ИМТ), систолическим артериальным давлением и значениями креатинина, с сердечно-сосудистыми заболеваниями или диабетом в анамнезе и принимающими лекарства от холестерина [35].

В исследовании North-Trøndelag Health (HUNT) [36] авторы измерили TnI с помощью метода Architect hs в когорте общей популяции, включающей 9005 участников. Прогностическая точность hs-TnI, оцененная с помощью С-статистики, была значительно выше, чем у стандартной модели, также включающей С-реактивный белок (0,753 против 0,644) [36]. Важно отметить, что тертиль с наивысшим риском показал пороговое значение 10 нг / л для женщин и 12 нг / л для мужчин, что является значением сTnI ниже 99-го перцентиля. Marjot et al. [37] недавно сообщили, что высокочувствительные методы сTnI и сTnT способны обнаруживать повреждение сердца из-за некроза всего 40 мг миокарда, что эквивалентно 0,015% сердца, что достаточно для повышения концентрации в сыворотке выше 99-го перцентиля. Согласно этим данным, иммуноанализ сTn с пределом обнаружения менее 3 нг / л должен быть в состоянии измерить количество сTn, высвобождаемое от 6 до 8 мг ткани миокарда [37-39]. Рассматривая эти данные в целом, некоторые авторы предположили, что уровни циркулирующего сTnI, измеренные с помощью высокочувствительных иммуноанализов, у здоровых взрослых людей можно рассматривать как надежную оценку риска развития ССЗ у в здоровой популяции [40-43].

Заключение. Недавнее внедрение высокочувствительных методов позволило точно определять уровни сTn у здоровых взрослых. Несколько исследований продемонстрировали, что сердечно-сосудистый риск прогрессивно увеличивается в общей популяции для значений сTn значительно выше 99-го перцентиля, признанного порогового значения для выявления повреждения миокарда и / или диагностики инфаркта миокарда. Высокочувствительные методы сTn позволяют быстро выявлять пациентов с высоким риском развития сердечной недостаточности, что может привести к ранней диагностике и улучшению прогноза данных пациентов.

1. Goff DC Jr, Lloyd-Jones DM, Bennett G et al. 2013 ACC/AHA guideline on the assessment of cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. 2014. J. Am. Coll. Cardiol. 63(25 Pt B), 2935–2959
2. Chaulin A. Cardiac Troponins: Contemporary Biological Data and New Methods of Determination. Vasc Health Risk Manag. 2021;17:299-316. Published 2021 Jun 3. doi:10.2147/VHRM.S300002
3. Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S et al. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. 2016. Eur. Heart J. 37(29), 2315–2381
4. Чаулин А.М., Григорьева Ю.В. Основные аспекты биохимии, физиологии сердечных тропонинов // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. № 5. С. 105-112. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/54/13>
5. Чаулин А.М., Карслян Л.С., Григорьева Е.В., Нурбалтаева Д.А., Дупляков Д.В. Клинико-диагностическая ценность кардиомаркеров в биологических жидкостях человека // Кардиология. 2019;59(11):66–75. DOI:10.18087/cardio.2019.11.n414.
6. Hlatky MA, Greenland P, Arnett DK et al. Criteria for evaluation of novel markers of cardiovascular risk: a scientific statement from the American Heart Association. 2009. Circulation 119(17), 2408–2416
7. Chaulin A.M., Duplyakova P.D., Duplyakov D.V. Circadian rhythms of cardiac troponins: mechanisms and clinical significance. Russian Journal of Cardiology. 2020;25:4061. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4061>
8. Chaulin A.M., Duplyakov D.V. MicroRNAs in Atrial Fibrillation: Pathophysiological Aspects and Potential Biomarkers // International Journal of Biomedicine. 2020;10(3):198-205. DOI: 10.21103/Article10(3)_RA3. http://ijbm.org/v10i3_4.htm
9. Wang TJ. Assessing the role of circulating, genetic and imaging biomarkers in cardiovascular risk prediction. 2011. Circulation 123(5), 551–565
10. Khambhati J, Allard-Ratick M, Hhindsa D et al. The art of cardiovascular risk assessment. 2018. Clin. Cardiol. 41(5), 677–684
11. Price CP, Christenson RH. The clinical question: a system for formulating answerable questions in laboratory medicine. In: Evidence-Based Laboratory Medicine – Principles, Practice, and Outcome (Second Edition). 2007. AACC Press, Washington DC, USA, 25–52
12. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. 2016. Eur. J. Heart Fail. 18(8), 891–975
13. Чаулин А.М., Дупляков Д.В. Биомаркеры острого инфаркта миокарда: диагностическая и прогностическая ценность. Часть 1 (обзор литературы) // Клиническая практика. - 2020. - Т. 11. - №3. doi: 10.17816/clinpract34284
14. Braunwald E. Heart failure. 2013. J. Am. Coll. Cardiol. Heart Fail. 1(1), 1–20
15. Чаулин А.М., Дупляков Д.В. Повышение натрийуретических пептидов, не ассоциированное с сердечной недостаточностью. Российский кардиологический журнал. 2020;25:4140. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4140>
16. Sundstrom J, Ingelsson E, Berglund L et al. Cardiac troponin-I and risk of heart failure: a community-based cohort study. 2009. Eur. Heart J. 30(7), 773–781
17. Neeland IJ, Drazner MH, Berry JD et al. Biomarkers of chronic cardiac injury and hemodynamic stress identify a malignant phenotype of left ventricular hypertrophy in the general population. 2013. J. Am. Coll. Cardiol. 61(2), 187–195
18. Chaulin AM, Abashina OE, Duplyakov DV. Pathophysiological mechanisms of cardiotoxicity in chemotherapeutic agents. Russian Open Medical Journal 2020; 9: e0305. DOI: 10.15275/rusomj.2020.0305
19. Чаулин А.М., Дупляков Д.В. Повышение кардиальных тропонинов, не ассоциированное с острым коронарным синдромом. Часть 1 // Кардиология: новости, мнения, обучение. 2019. Т. 7, № 2. С. 13–23. doi: 10.24411/2309-1908-2019-12002.
20. Чаулин А.М., Дуплякова П.Д., Дупляков Д.В. Циркадные ритмы сердечных тропонинов: механизмы и клиническое значение. Российский кардиологический журнал. 2020;25:4061. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4061>
21. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B et al. 2017 ACCF/AHA/HFSA focused update for the 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Heart Failure Society of America. 2017. Circulation 136(6), e137–e161
22. Чаулин А.М., Карслян Л.С., Александров А.Г., Дупляков Д.В. Повышение концентрации кардиоспецифичных тропонинов при отсутствии инфаркта миокарда. Часть 1. // Врач. 2020. 31 (3): 22-27. DOI: <https://doi.org/10.29296/25877305-2020-03-04>

23. Чаулин А.М., Карсян Л.С., Александров А.Г., Дупляков Д.В. Повышение концентрации кардиоспецифичных тропонинов при отсутствии инфаркта миокарда. Часть 2. // Врач. 2020. 31 (4): 38-45. DOI: <https://doi.org/10.29296/25877305-2020-04-07>
24. Чаулин А.М., Карсян Л.С., Григорьева Е.В., Нурбалтаева Д.А., Дупляков Д.В. Особенности метаболизма сердечных тропонинов (обзор литературы). Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2019; 8 (4): 103-115. DOI: 10.17802/2306-1278-2019-8-4-103-115.
25. Giannitsis E, Katus HA. Cardiac troponin level elevations not related to acute coronary syndromes. 2013. Nat. Rev. Cardiol. 10(11), 623–634
26. Чаулин А.М., Милютин И.Н., Дупляков Д.В. Коморбидность хронической обструктивной болезни легких и сердечно-сосудистых заболеваний: распространенность, факторы риска и диагностика // Врач. 2020; 31 (9): 28-34. DOI: 10.29296/25877305-2020-09-05.
27. Eggers KM, Venge P, Lindahl B, Lind L. Cardiac troponin I levels measured with a high-sensitive assay increase over time and are strong predictors of mortality in an elderly population. 2013. J. Am. Coll. Cardiol. 61(18), 1906–1913
28. de Lemos JA, Drazner MH, Omland T et al. Association of troponin T detected with a highly sensitive assay and cardiac structure and mortality risk in the general population. 2010. JAMA 304(22), 2503–2512
29. Sze J, Mooney J, Barzi F, Hillis GS, Chow CK. Cardiac troponin and its relationship to cardiovascular outcomes in community populations – a systematic review and meta-analysis. 2016. Heart Lung Circ. 25(3), 217–228
30. Willeit P, Welsh P, Evans JDW et al. High-sensitivity cardiac troponin concentration and risk of first-ever cardiovascular outcomes in 154,052 participants. 2017. J. Am. Coll. Cardiol. 70(5), 558–568.
31. Чаулин А.М., Дупляков Д.В. Повышение кардиальных тропонинов, не ассоциированное с острым коронарным синдромом. Часть 2 // Кардиология: новости, мнения, обучение. 2019. Т. 7, № 2. С. 24–35. doi: 10.24411/2309-1908-2019-12003.
32. Чаулин А.М., Карсян Л.С., Нурбалтаева Д.А., Григорьева Е.В., Дупляков Д.В. Метаболизм кардиальных тропонинов в нормальных и патологических условиях // Сибирское медицинское обозрение. 2019;(6):5-14. DOI: 10.20333/2500136-2019-6-5-14
33. Roffi M, Patrono C, Collet JP et al. 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC). 2016. Eur. Heart J. 37(3), 267–315
34. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS et al. Fourth universal definition of myocardial infarction. 2018. J. Am. Coll. Cardiol. 72(18), 2231–2264
35. Welsh P, Preiss D, Shah ASV et al. Comparison between high-sensitivity cardiac troponin T and cardiac troponin I in a large general population cohort. 2018. Clin. Chem. 64(11), 1607–1616
36. Sigurdardottir FD, Lynbakken MN, Holmen OL et al. Relative prognostic value of cardiac troponin I and C-reactive protein in the general population (from the North-Trøndelag Health [HUNT] Study. Am. J. Cardiol. 2018. 121(8), 949–955
37. Marjot J, Kaier TE, Martin ED et al. Quantifying the release of biomarkers of myocardial necrosis from cardiac myocytes and intact myocardium. Clin. Chem. 2017. 63(5), 990–996
38. Чаулин А.М., Свечков Н.А., Волкова С.Л., Григорьева Ю.В. Диагностическая ценность сердечных тропонинов у пожилых пациентов, не страдающих инфарктом миокарда // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 6.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=30302>
39. Чаулин А.М., Дуплякова П.Д., Бикбаева Г.Р., Тухбатова А.А., Григорьева Е.В., Дупляков Д.В. Концентрация высокочувствительного тропонина I в ротовой жидкости у пациентов с острым инфарктом миокарда: пилотное исследование. Российский кардиологический журнал. 2020;25(12):3814. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3814>
40. Van der Linden N, Hilderink JM, Cornelis T et al. Twenty-four-hour biological variation profiles of cardiac troponin I in individuals with or without chronic kidney disease. 2017. Clin. Chem. 63(10), 1655–1656
41. Чаулин А.М., Григорьева Ю.В., Павлова Т.В., Дупляков Д.В. Диагностическая ценность клинического анализа крови при сердечно-сосудистых заболеваниях. Российский кардиологический журнал. 2020;25(12):3923. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3923>
42. Чаулин А.М., Григорьева Ю.В., Милютин И.Н., Дупляков Д.В. Некоронарогенные причины повышения сердечных тропонинов в практике врача (литературный обзор) // Аспирантский вестник Поволжья. – 2020. – № 1–2. – С. 49–61. <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2020.20.1.49-61>
43. Дупляков Д.В., Чаулин А.М. Мутации сердечных тропонинов, ассоциированные с кардиомиопатиями // Кардиология: новости, мнения, обучение. 2019. Т. 7, № 3. С. 8–17. doi: 10.24411/2309-1908-2019-13001.

РАЗДЕЛ II. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Агаширинова В.Ю., Белова О.Ю.

Применение модельно ориентированных технологий

СахГУ

(Россия, Южно-Сахалинск)

doi: 10.18411/lj-07-2021-07

Аннотация

В данной статье рассмотрены основные аспекты применения модельно ориентированных технологий при проектировании систем.

Ключевые слова: архитектурное проектирование, модель, система, сохранность программного обеспечение, конструкторские работы.

Abstract

This article discusses the main aspects of the application of model-oriented technologies in the design of systems.

Keywords: architectural design, model, system, safety software, design work.

Архитектурное проектирование систем, как новая отрасль системной инженерии, приобрела значимость сравнительно недавно, в начале двадцатого века. Предпосылками к этому стали появление языков моделирования типа UML и SysML и методик описания архитектуры DODAF и TOGAF, что неизмеримо расширило арсенал системного инженера.

Вскоре после этого консорциум OMG предложил концепцию MDA (Model Driven Architecture) являющуюся переходом от “стандарта интеграции” к “интеграции стандартов”, что позволило сохранить инвестиции от создания бизнес-логики при переходе к иной технологической платформе

MDA предоставила архитектуру, обладающую рядом следующих технических достоинств:

1. Независимость от платформы, значительное сохранение времени, стоимости и сложности, связанной с переработкой приложений для различных платформ и их сменой.
2. Настройка на предметную область посредством специальных моделей, что позволяют быстро реализовывать новые приложения, используя стандартные для одной области компоненты.
3. Возможность для разработчиков, дизайнеров, системных администраторов использовать удобные им языки и концепции; бесшовное связывание и интегрирование фрагментов, разрабатываемые разными командами.

Ядром MDA являются несколько стандартов: UML (Universal Modeling Language) используется для описания всех моделей, совокупность метамodelей CWM (Common Warehouse Model), MOF (Meta Object Facility) общий абстрактный язык для описания моделей и XMI (XML Metadata Interchange) играет служебную роль объединяя модель и ее метамodelь в одном документе позволяя получить, так называемый “само-описываемый” (self-describing) документ, содержащий не только данные, но и информацию для их интерпретации. MDA содержит стандартный набор принципов, концепций и определений моделей, которые позволяют реализовать единый подход к созданию объектных моделей во всем сообществе разработчиков ПО.

MDA подводят границу между системой и способами ее описания посредством совокупности моделей. В свою очередь модели должны быть согласованы с их описанием метамоделями, что в свою очередь согласуются с метаметамоделями. Во всех случаях основная идея заключается в использовании моделей и метамodelей для описания результатов рассмотрения системы, начиная с самых ранних стадий разработки и вплоть до развертывания и эксплуатации.

В 2007 году окончательно были обобщены методики и концепции программной и системной инженерий в области модели-ориентированных разработок MBSE (Model Based System Engineering).

Основополагающая идея MBSE состоит в том, что разрабатываемая модель системы разрабатывается на ранних стадиях процесса и по мере разработки эволюционирует в ходе жизненного цикла системы, до тех пор, пока не превратится в прототип. Хотя этот подход может показаться похожим на традиционный подход системной инженерии, он имеет несколько существенных отличий. Самое главное из них - порождаемые результаты. В традиционном методе основными результатами, появляющимися на ранних стадиях, являются документы. В MBSE основными результатами являются модели. Таким образом, анализ сводится к анализу моделей, что можно автоматизировать. Напротив, анализ традиционных артефактов системной инженерии заключается в основном в чтении документов и диаграмм несмотря на то, что современные представления и дисплей позволяют существенно упростить этот процесс.

К проблемам MBSE можно же отнести необходимость в существенном количестве вычислительных ресурсов (приложения, базы данных, оборудование, средства визуализации, сеть и т.д.) а также невозможности реализации конкретных задач и проектов ввиду отсутствия подобного опыта. На основе методологии MBSE построено множество модели-ориентированных технологий, таких как BEM-технологии, целью которой является расчет энергопотребления здания, CFD-технологии для моделирования системы вентиляции, а также технологии BIM (Building Information Modeling), созданные для моделирования всех этапов проектирования, постройки и эксплуатации непосредственно зданий и сооружений. Именно его мы и рассмотрим более детально.

Так как в основе BIM лежит модели-ориентированное программирование то все работающие части этой технологии базируются на большом количестве заранее созданных объектов, называемых семействами. Основные проектные операции проводятся с неделимыми блоками, являющимися своего рода комплектующими. Каждый элемент модели несет в себе геометрическую и атрибутивную информацию в конкретной статье.

Единая информационная модель предполагает коллективную работу, объединяющую специалистов всех разделов проектирования: технологов, архитекторов, конструкторов, инженеров внутренних и наружных сетей и т.д. Работа осуществляется в единой среде проектирования СОД (среда общих данных) и должна соответствовать определенным правилам и взаимодействию между участниками процесса BIM моделирования, что отражаются в ВЕР-документе.

Процесс создания BIM модели можно схематически описать следующим алгоритмом: Запрос на создание, Формирование технического задания, Формирование исполнителем ВЕР-плана реализации модели, Предпроект, компоновка оборудования, Конструкторские работы, Проектные работы, Утверждение и согласование, Разработка рабочей документации, Передача модели в строительство, Актуализация модели в течении жизненного цикла, Архивирование. Так как разработка и развитие модели производится в среде общих данных, все заинтересованные лица имеют постоянный доступ к модели, наполненной полезной и актуальной информацией: хронологической, финансовой, инженерной итд. Делегирование же уровней доступа для разного круга

лиц, участвующих в процессе взаимодействия при создании объекта, обеспечивают же четкость и актуальность полученных данных для каждой задачи.

Программное обеспечение для реализации BIM модели представлено множеством САПров и CADов. AUTODESK REVIT/REVIT SERVER просто и эффективно обеспечивает проектирование архитектурных решений, инженерных сетей, строительных конструкций. Востребован при планировании, проектировании, строительстве и эксплуатации объектов и их инфраструктуры. Программа поддерживает межотраслевое проектирование. Импортирует, экспортирует и связывает данные в нескольких форматах (включая IFC, DWG и DWN).

ARCHICAD используют для моделирования здания технологии Virtual Building. Обладает набором универсальных инструментов моделирования, создания рабочей документации, поддерживает функции импорта, экспорта, визуализации. Дает возможность выполнения задач единолично или в коллективе, обмениваясь данными со смежниками.

Tekla Structures - продукт, созданный для работы с металлоконструкциями в масштабных проектах. Обеспечивает коллективную работу, инфообмен и взаимодействие десятков компаний. Дает возможность контроля над рабочими процессами и поддерживает автоматизацию конструирования.

MagiCAD - инструмент основан на базе AutoCAD и REVIT, использует модульный подход к проектированию. Отличается высоким уровнем автоматизации проектирования внутренних инженерных систем. Применяется при построении пространственных моделей, составлении спецификаций, проведении инженерных расчетов, составлении отчетных документов. Обладает отличной базой данных для построения инженерных сетей с техническими характеристиками и набором параметров.

AutoCAD Civil 3D - продукт применяется при проектировании и выпуске документации объектов инфраструктуры. Поддерживает функции визуализации и анализа. Включает возможность совместной работы нескольких групп специалистов.

Применимо к объектам инфраструктуры железнодорожного транспорта BIM технология позволяет, во-первых, существенно повысить безопасность проведения реконструкционных работ. Моделирование процесса позволяет упростить решение проблемы согласования “окон” и размещения стройматериалов и спецтехники так, чтобы они не мешали функционированию объекта и удовлетворяли требованиям ТБ. Во-вторых, использование BIM технологий позволяет существенно упростить вычисление “справедливой” стоимости СМР, т.к. некоторые расчетные коэффициенты, ранее применяемые с существенной долей погрешности, принимают точно вычисленное значение (например, “работа в окно”). Кроме того, визуальная модель организации строительства несоизмеримо нагляднее показывает все особенности технологической цепочки.

Таким образом, применение BIM технологий в любой строительной организации может быть не просто рентабельным, но и окупаться буквально в первом же крупном проекте. Впервые предложено консорциум OMG как концепция MDA и является переходом от “стандарта интеграции” к “интеграции стандартов”. Ядром MDA являются несколько стандартов: UML используется для описания всех моделей, совокупность метамodelей CWM, MOF общий абстрактный язык для описания моделей и XMI играет служебную роль объединяя модель и ее метамodelь в одном документе позволяя получить, так называемый “само-описываемый” документ, содержащий не только данные, но и информацию для их интерпретации.

Основная идея заключается в использовании моделей и метамodelей для описания результатов рассмотрения системы, начиная с самых ранних стадий

разработки и вплоть до развертывания и эксплуатации. В 2007 году окончательно были обобщены методики и концепции программной и системной инженерий в области модели-ориентированных разработок MBSE.

Основополагающая идея MBSE состоит в том, что разрабатываемая модель системы разрабатывается на ранних стадиях процесса и по мере разработки эволюционирует в ходе жизненного цикла системы. Моделе-ориентированное программирование лежит в основе BIM. Процесс создания BIM модели можно схематически описать следующим алгоритмом: Запрос на создание, Формирование технического задания, Формирование исполнителем ВЕР-плана реализации модели, Предпроект, компоновка оборудования, Конструкторские работы, Проектные работы, Утверждение и согласование, Разработка рабочей документации, Передача модели в строительство, Актуализация модели в течении жизненного цикла, Архивирование.

Программное обеспечение для реализации BIM модели представлено множеством САПров и CADов. AUTODESK REVIT/REVIT SERVER, ARCHICAD, Tekla Structures, MagiCAD, AutoCAD Civil 3D.

Применимо к ж/д инфраструктуре использование, более наглядных чем традиционные, BIM технологий позволяет решить многие организационно финансовые вопросы, а также удостовериться в соответствии проекта ТБ, ГОСТам, СНиПам и т.п.

1. Альтшуллер, Г. С. Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач) / Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филатов. — Кишинев : Картя Молдовеняска, 1989. — 381 с.
2. Байбурун, А. Х. Надежность организационно-технологических систем : учеб. пособие / А. Х. Байбурун, Н. В. Кочарин, Д. А. Байбурун, С. М. Вайсман. — Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2018. — 84 с.
3. Байбурун, А. Х. Научно-исследовательская работа магистрантов инновационной программы с основами патентоведения / А. Х. Байбурун, Н. В. Кочарин, И. А. Шишкеедова, Б. В. Шмаков. — Челябинск : Полиграф Центр, 2019. — 79 с.
4. Чеботаев, А. А. Влияние транспортных факторов на пространственнотерриториальное развитие больших городов [Текст] / А. А. Чеботаев, А. М. Ивахненко, Д. Б. Ефименко, И. М. Кийченко //Автотранспортное компания. – 2013. – № 1. – С. 24-30. – ISSN: 2076-3050.

Баширов А.В., Ханов Т.А.

Исследование особенностей перемещения программно-управляемого модуля с использованием имитационного моделирования

*Карагандинский университет Казпотребсоюза
(Казахстан, Караганда)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-08

Аннотация

В статье описывается результативность проведения компьютерного эксперимента в задаче перемещения программно-управляемого модуля в пространстве с заранее установленными границами. Проведя значительное число испытаний были выявлены обобщенные закономерности при условии того, что перемещение модуля происходит случайным образом.

Ключевые слова: имитационное моделирование, генерация случайных чисел, управляемый модуль, компьютерный эксперимент.

Abstract

The article describes the effectiveness of a computer experiment in the problem of moving a software-controlled module in a space with pre-defined boundaries. After

conducting a significant number of tests, generalized patterns were revealed, provided that the movement of the module occurs randomly.

Keywords: simulation modeling, random number generation, controller module, computer experiment.

В статье рассматривается решение задачи перемещения программного управляемого модуля (робота) на плоскости. Авторами был выполнен компьютерный эксперимент с использованием имитационного моделирования. В качестве инструментального программного средства был выбран табличный процессор Excel.

Выбор табличного процессора, как инструментального средства, при решении вышеописанной задачи было связано с целого ряда преимуществами, которые были достаточно подробно описаны ранее [1-3].

Моделирование заключалось в исследовании перемещения программно-управляемого модуля на плоскости. Управление модуля осуществлялось случайным образом. С каждым шагом происходит обращение к системе автоматического управления до того момента, пока не выполнится условие остановки. Основным элементом управления является генератор случайных чисел RND.

Использование рабочего поля клеток табличного процессора Excel исключительно удобно для визуализации и контроля перемещения модуля при выполнении имитационного моделирования [4-6].

Генерация появления модуля осуществлялась из центра квадрата cells (40,40) со сторонами (40 единиц), при этом координаты крайних точек квадрата определяются соответственно как cells (20,20) и cells (60,60).

Основной вопрос исследования состоял в том, сколько шагов (перемещений) может сделать модуль до соприкосновения с любой из сторон квадрата (заданной границей). В этом случае, как уже было сказано, происходит прекращение движения модуля.

Совершенно очевидно, что минимальное, теоретическое возможное количество шагов отдельно взятого испытания может быть $N_i = 20$, а максимальное возможное число может быть достаточно большим.

Компьютерный эксперимент состоял из $k_0 = 1000$ испытаний. Такое достаточно большое значение k_0 было связано с стремлением получить максимально правдоподобный результат исследования.

В Таблице 1 показана результативность перемещения модуля. Здесь, в частности, можно отследить количество испытаний k_i для определенного количества перемещений N_i . Значительная доля испытаний (74%) показывает, что движение или “блуждание” модуля заканчивается, при совершении перемещений N_i от 100 до 600 шагов.

Таблица 1

Распределение количества перемещений модуля N_i от количества проведенных испытаний k_i

интервал N_i	k_i	интервал N_i	k_i	интервал N_i	k_i
0-100	18	1000-1100	16	2000-2100	0
100-200	159	1100-1200	19	2100-2200	2
200-300	211	1200-1300	6	2200-2300	2
300-400	158	1300-1400	9	2300-2400	1
400-500	108	1400-1500	2	2400-2500	0
500-600	101	1500-1600	4	2500-2600	1
600-700	70	1600-1700	4	2600-2700	0
700-800	42	1700-1800	2	2700-2800	0
800-900	35	1800-1900	0	2800-2900	0
900-1000	26	1900-2000	3	2900-3000	1

На рисунке 1 показано распределение числа испытаний k_i в зависимости от интервала выбранного диапазона перемещения модуля N_i .

Очевидно, что вид зависимости статистических испытаний на рисунке относится к логнормальному распределению исследуемой величины.

Обращает на себя внимание, в частности, существование так называемых “выбросов”, которые значительно превышают значения среднестатистических показателей.

Рисунок 1

Визуальное представление результативности движения модуля до его остановки при значительном количестве испытаний ($k_0=1000$ испытаний)

Выводы:

- 1) При решении вышеописанных задач целесообразно использовать возможности табличного процессора Excel.
- 2) Закон распределения вероятности движения программно-управляемого модуля до пересечения границы в замкнутом пространстве является логнормальным.
- 3) Рассмотренная задача и ее решение имеет первоначальный (тестовый) вид. Предполагается существенное расширение использования и применение рассмотренной в представленной выше статье проблематики.

Статья подготовлена в рамках выполнения договора на грантовое финансирование Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (ИРН проекта AP08856905).

1. Баширов А.В., Ханов Т.А.// Использование надстроек прикладного программного обеспечения в практической подготовке студентов технических специальностей // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 62-4. С. 8-10.
2. Баширов А.В., Ханов Т.А.// Результативность использования программного средства AnyLogic в вопросах оптимизации транспортного движения города Караганды//Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. № 3-1 (42). С. 195-198.
3. Яворский В.В., Ашкенова Ш.А., Баширов А.В.//Модели адаптивного компьютерного тестирования//Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 7. С. 39-41.

4. Зиатдинова Д.Р., Барышева О.Б.// Прикладные программные обеспечения в высшем профессиональном образовании// Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2020. Т. 2. № 1 (39). С. 82-87.
5. Суханкин Г.В.//Оценка и прогноз работоспособности технического объекта в системах VBA и SCILAB//Grand Altai Research & Education. 2018. № 2. С. 20-25.
6. Kalytka V.A., Bashirov A.V., Timoshenko P.S., Urchishin R.U., Sadykhanova L.A.// Modernization the steam turbogenerator technological scheme of power heating plant, with the introduction of turbines t-25 0-300 tmz// Актуальные научные исследования в современном мире. 2019. № 5-1 (49). С. 80-82.

Гусак Е.В., Гурьев А.Т.

Исследование модели графа для построения маршрутов кабельных трасс для машиностроительных проектов

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова
(Россия, Архангельск)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-09

Анотация

В статье рассматривается несколько подходов к графу маршрута кабельной трассы в задаче трассировки кабелей. Описываются их отличительные черты, а также преимущества и недостатки.

Ключевые слова: Графы, кабельные трассы, задача поиска кратчайшего пути.

Abstract

In article describes a few ways to the cable route graph in the cable routing problem. Also describes their features, advantages and disadvantages of each other.

Keywords: Graphs, cable routes, shortest path search problem.

Проектирование маршрутов кабельных трасс представляет собой задачу, в которой необходимо провести кабели, подключающие электрооборудование между собой, по кабельным трассам с соблюдением ряда условий и ограничений, описанный в конструкторской документации. Данная конструкторская документация приходит от КБ-проектанта и любые изменения в ней должны быть согласованы. Как правило КБ-проектант выполняет трассировку кабельных трасс вручную в САД-системах (системах автоматизированного проектирования). Это приводит к частым несоответствиям проектной и реальной длин кабелей, и как следствию повторного согласования длины кабеля и других параметров с КБ-проектантом. Все это может сорвать срок завершения строительства заказа.

Обычно конструкторская документация на проект включает описание всех кабелей и требований на их прокладку. Но основание схем в документации и информации о требованиях мы можем получить данные о подключение кабеля к электрооборудованию. По данной информации мы можем мы можем построить маршрут кабельной трассы.

Маршрут кабельной трассы можно представить в виде графа. С учетом передаваемой информации от КБ-проектанта можно построить граф $G(P, K)$, узлами которого будут устройства (приборы, соединители, уплотнительные конструкции) $P = \{P_i\}$, а ребрами – множество кабелей $K = \{(P_i, P_j)\}$, поскольку информация о подключаемых к прибору кабелях можно определить по конструкторским документам. На рис. 1 представлена форма данного графа.

Рис. Граф электрооборудования $G(P, K)$

Но данная форма графа имеет существенные ограничения по размещению кабельной трассы, т.к. кабели в такой форме проложены прямо между приборами и не учитывают коллизии помещений, через которые они проложены. На рис. 2 представлена схема помещения с графом электрооборудования, где красными точками выделены места подключения кабеля, а крестом – места прохождения графа сквозь коллизии. Для создания более подходящей модели необходимо дополнить представление информацией о них. Данную информацию не всегда возможно получить на основании конструкторских документов, поскольку в зависимости от КБ-проектанта ее содержимое может быть разным.

Рис. 2 Схема помещения с графом электрооборудования $G(P, K)$

Для устранения недостатков предыдущей модели графа за узлы было решено принять точки отвода кабеля с кабельной трассы. Эти точки могли быть и вводами – выводами кабеля от оборудования или точками перехода кабеля с трассы на трассу вдоль маршрута (перекрестки трасс). В этом случае при расчете длины кабеля учитывается какая часть кабелей укладывается на трассах конструкций, какая в трубах и т.д.

Получившийся граф трасс $G(T, P)$ состоит из вершин – кабельных трасс $T = \{Ti\}$ и ребер $P = \{(Ti, Tj)\}$ – переходов между трассами. Для трасс конструкций переход осуществлялся в месте наибольшего сближения.

На рис. 3 представлена форма данного графа.

Рис. 3 Граф электрооборудования $G(T, P)$

Выбранное представление маршрута перечнем трасс решает проблему коллизий помещений, а также позволяет решить задачу автоматизации создания графа трасс.

На рис. 4 представлена схема помещения с графом трасс, где красными точками выделены места переходов с трассы на трассу.

Рис. 4 – Схема помещения с графом трасс

Тогда кабель на графе трасс описывается комбинацией переходов с трассы на трассу, которая конструкторский допустима для кабеля. Все допустимые пары характеристик перехода характеризуются записями массива G:

$$(T_i, T_j, L_{ij}, R_{ij}, A_{ij})$$

$$(T_j, T_i, L_{ji}, R_{ji}, A_{ji})$$

где:

T_i, T_j – трассы, для которых конструктивно допустим переход кабеля;

L_{ij} – расстояние точки перехода на трассу j от начала i -й трассы;

L_{ji} – расстояние точки перехода на трассу i от начала j -й трассы;

R_{ij}, R_{ji} – общая длина трассы;

A_{ij}, A_{ji} – номер записи в результирующем массиве записей.

Однако данная форма графа требует решение еще одной проблемы, а именно получение информации о коллизиях. Получение данной информации из конструкторских документов является очень трудоемкой задачей и требует ручного

поиска и ведения соответствующей базы данных. Одним из возможных вариантов решения данной проблемы может быть получение цифровой модели проекта, которая бы была достаточно детальной, чтобы построить на ней маршрут кабельной трассы. Несмотря на этот недостаток данная форма графа позволяет наиболее полно хранить данные для поиска маршрута в задаче проектирования маршрутов кабельных трасс.

1. Александров, О.А. Автоматизация процесса раскладки кабелей в среде ElectricCS 3D – на примере реального проекта [Электронный ресурс] / О.А. Александров // CADmaster – журнал для профессионалов в области САПР. – 2007. – №4 (39) – С. 78-84. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: https://www.cadmaster.ru/magazin/articles/cm_39_electrics_3d.html/, свободный (дата обращения: 20.06.2021). – Загл. с экрана.
2. Андреев, В.А., Записки математика. Трассировка и раскладка кабелей на компьютере [Электронный ресурс] : [официальный сайт] – Электрон. дан. – [Москва]. – Режим доступа: <http://www.artoil-a.narod.ru/mem010.htm>, свободный (дата обращения: 20.06.2021). – Загл. с экрана.
3. Cherkassky, B.V., Shortest paths algorithms: Theory and experimental evaluation [Electronic resource] / B. V. Cherkassky, A. V. Goldberg, T. Radzik // Math. Prog. – Vol. 73, Iss. 2. – Electronic text data. – Springer-Verlag, 1996. – P. 129–174. – Mode of access – DOI : 10.1007/BF02592101 (20.06.2021). – Title from screen.

Кравченко К.И., Минеева Т.А.

Принципы и приёмы разработки UX дизайна

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова
(Россия, Северодвинск)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-10

Аннотация

В данной статье исследуются принципы и приёмы, применяемые frontend-разработчиками для проектирования интуитивно понятного и комфортного в работе пользовательского интерфейса.

Ключевые слова: UX дизайн, принципы и приёмы разработки UX дизайна, дизайн веб-страницы, пользовательский интерфейс.

Abstract

This article examines the principles and techniques used by frontend-developers to design an intuitive and comfortable user interface.

Keywords: UX design, principles and techniques of UX design development, web page design, user interface.

В настоящее время UX дизайн является актуальным направлением деятельности, в котором существуют принципы и приёмы, применяемые frontend-разработчиками для проектирования интуитивно понятного и комфортного в работе пользовательского интерфейса. Целью работы является исследование принципов и приёмов, используемых в веб-дизайне. Основными задачами исследования являются: изучение принципов и приёмов, применяемых веб-дизайнерами и составление ряда рекомендаций по совершенствованию дизайна пользовательского интерфейса.

Рассмотрим основные принципы и приёмы, использование которых помогает сделать пользовательских интерфейс более эффективным:

1. Цветовая гамма

Цветовая гамма веб-страницы – цвета, которые используются в создании стиля этой страницы. Цветовая палитра, используемая в оформлении, поможет задать необходимое настроение пользователю, а также подчеркнуть основную тематику вашего веб-сайта. Помимо этого, применение контрастных цветов может помочь

выделить важную информацию или возможности, которые необходимо увидеть пользователю. Рекомендации к использованию цветовой гаммы:

- Использование цветов, подходящих к тематике вашего сайта;
- Выделение контрастными цветами важных элементов;
- Использование тематических изображений.

Рисунок 1 – Пример цветовой гаммы на сайте «Детский мир»

2. Закон Хика

Закон Хика или Закон Хика-Хаймана, названный в честь британского и американского психологов Уильяма Эдмунда Хика и Рэя Хаймана, определяет время, необходимое человеку для принятия решения, исходя из возможных вариантов, которые он имеет: увеличение числа вариантов выбора будет логарифмически увеличивать время принятия решения [1].

Рисунок 2 – Закон Хика

Таким образом, сократив предоставляемые варианты мы уменьшим необходимое время пользователю на принятие какого-либо решения. Получить данный результат можно следующими способами:

- Сокращением однотипных вариантов при помощи объединения их в одну общую связанную группу;
- Выделением часто выбираемых вариантов.

Рисунок 3 – Пример закона Хика на сайте «Эльдорадо»

3. Отрицательное пространство

В веб-дизайне отрицательным пространством называется – пространство, свободное от используемых элементов, таких как: блоки текста, картинки, кнопки, формы ввода текста и др.

Рисунок 4 – Пример отрицательного пространства на сайте «Google»

Используя большой объём отрицательного пространства, мы создаём для пользователя легко воспринимаемый и разборчивый интерфейс веб-сайта, концентрируя его внимание на нескольких основных возможностях веб-формы.

Применение отрицательного пространства на формах принятия решения или выполнения действия, поможет сфокусировать внимание пользователя на важных элементах.

4. Гештальтпсихология

Гештальт – это группа принципов визуального восприятия, разработанных в 1920 годах немецкими психологами. Гештальт-принципы строятся на теории о том, что «организованное целое воспринимается как нечто большее, чем просто сумма его частей» [2]. Гештальт-принципами, применяемыми в разработке дизайна, являются: общая область, схожесть, продолжение и замкнутость.

Принцип общей области гласит, что элементы, расположенные в пределах одной области, будут восприниматься, как единая группа. Данный принцип можно применить для большой группы элементов, связав их между собой общей тематикой.

Принцип схожести помогает организовывать и классифицировать объекты в пределах группы и связывать их между собой по значению или функции. Есть несколько способов сделать элементы схожими: по цвету, размеру, форме, текстуре или ориентации [2].

Принцип продолжения позволяет нам передать направление в движении композиции. Данный принцип поможет сфокусировать внимание пользователя в нужном нам направлении по странице.

Использование принципов общей области, схожести и продолжения улучшит восприятие показываемых элементов пользователю.

Принципа замкнутости снизит визуальный шум и более эффективно выделит графические или функциональные элементы, из которых необходимо создать общий образ.

Рисунок 5 – Применение Гештальтпсихологии на сайте «Чайная мастерская»

5. Изображение людей

Изображение на сайте людей нацелено на привлечение пользователей путём повышения доверия, через изображения довольных или узнаваемых клиентов, которые уже воспользовались этим сервисом. После того, как потенциальный пользователь увидит довольных клиентов сервиса у него вырастет интерес к данному сервису, и он захочет им воспользоваться. Таким образом, использование различных тематических изображений поможет отразить основную идею вашего веб-приложения.

Рисунок 6 – Использование изображения с человеком на сайте «ВТБ»

В статье исследованы принципы и показаны приёмы, применяемые веб-дизайнерами для проектирования комфортного в работе пользовательского интерфейса. Сформулирован ряд рекомендаций по совершенствованию UX дизайна.

1. UXPUB [Электронный ресурс] / Принципы дизайна: Закон Хика — быстрое принятие решений — режим доступа: <https://ux.pub/principy-dizajna-zakon-xika-bystroe-prinyatie-reshenij/>, свободный (Дата обращения: 18.06.2021)
2. Medium [Электронный ресурс] / режим доступа: <https://medium.com/советы-по-проектированию-интерфейсов/гештальт-принципы-в-дизайне-интерфейсов-76b75ff090ea/>, свободный (Дата обращения: 18.06.2021)
3. Детский мир [Электронный ресурс] / Детский мир — режим доступа: <https://www.detmir.ru/>, свободный (Дата обращения: 18.06.2021)
4. Эльдorado [Электронный ресурс] / Эльдorado — режим доступа: <https://www.eldorado.ru/>, свободный (Дата обращения: 18.06.2021)
5. Google [Электронный ресурс] / Google — режим доступа: <https://www.google.ru/>, свободный (Дата обращения: 18.06.2021)
6. Чайная мастерская [Электронный ресурс] / Чайная мастерская — режим доступа: <https://teaworkshop.ru/> (Дата обращения: 18.06.2021)
7. ВTB [Электронный ресурс] / ВTB — режим доступа: <https://www.vtb.ru/>, свободный (Дата обращения: 18.06.2021)

Лавров В.В.¹, Тестов А.В.¹, Рындин К.Ю.², Тюрин В.С.³

Устойчивый алгоритм выделения движущихся космических объектов и оценки их угловых координат на снимке звёздного неба, сформированном в условиях сложной фоновой обстановки

¹ПАО Межгосударственная акционерная корпорация «Вымпел»

²ОАО «Российские космические системы»

³Акционерное общество «Астрономический научный центр»
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-07-2021-11

Аннотация

На основе адаптивного байесова подхода синтезирована общая структура алгоритма обнаружения на оптическом изображении (ОИ) звёздного неба треков удалённых движущихся объектов (ДО) с одновременной оценкой их координатных параметров в экранной системе координат. ОИ формируются в наземных телескопах при наличии сложного неоднородного фона, вероятностное описание которого неизвестно. Структура алгоритма адаптируется к реальным условиям регистрации ОИ. Синтезируется робастный алгоритм разбиения исходного ОИ на совокупность ОИ с однородным нормальным распределением интенсивности фона с одновременной оценкой параметров распределения. В каждой выделенной области синтезируются алгоритм выделения ОИ ярких звезд с оценкой структуры однородной функции рассеяния точки (ФРТ) в системе источник-атмосфера-приёмник, а также робастный алгоритм выделения треков ДО с одновременной оценкой их параметров при использовании преобразования Радона. Исходное ОИ представляется совокупностью пороговых булевых матриц. В основу выделения возможных треков положен процесс факторизации значимых элементов булевых матриц и рекуррентная робастная процедура оценки параметров треков. Окончательное решение о выделении трека в локальной области ОИ принимается с использованием критерия минимального значения допустимой вероятности ложного обнаружения трека. Приводится пример обработки ОИ, полученного в реальных условиях.

Ключевые слова: адаптивный байесов подход, булева матрица, оптическое изображение в наземных телескопах, обнаружение и оценка параметров движущегося удалённого объекта, робастные методы обработки информации.

Abstract

On the basis of the adaptive Bayesian approach, the general structure of the algorithm for detecting tracks of distant moving objects (MO) on the optical image (OI) of

the starry sky with simultaneous estimation of their coordinate parameters in the screen coordinate system is synthesized. OI are formed in ground-based telescopes in the presence of a complex inhomogeneous background, the probabilistic description of which is unknown. The structure of the algorithm is adapted to the real conditions for registering the OI. A robust algorithm is synthesized for dividing the initial OI into a set of OI with a uniform normal distribution of the background intensity with a simultaneous estimation of the distribution parameters. In each selected area, an algorithm is synthesized for detecting the OI of bright stars with an estimate of the structure of a uniform point spread function (PSF) in the source-atmosphere-receiver system, as well as a robust algorithm for detecting MO tracks with a simultaneous estimation of their parameters using the Radon transform. The original OI is represented by a set of threshold Boolean matrices. The selection of possible tracks is based on the process of factorization of significant elements of Boolean matrices and a recurrent robust procedure for estimating track parameters. The final decision on the selection of a track in the local area of the OI is made using the criterion of the minimum value of the admissible probability of false track detection. An example of OI processing obtained in real conditions is given.

Keywords: adaptive Bayesian approach, Boolean matrix, optical image in ground-based telescopes, detection and estimation of parameters of a moving distant object, robust information processing methods.

Введение

Задаче выделения тусклых следов околоземных ДО на единичных ОИ звёздного неба с последующим восстановлением по ним орбитальных параметров объектов в настоящее время уделяется большое внимание. Типичная структура такого ОИ, пример которого приведён на рис. 1, указывает на тот факт, что ОИ формируется в условиях сложной фоновой обстановки, параметрическое описание интенсивности её распределения априори неизвестно.

Рис.1. Пример ОИ звёздного неба, сформированного в наземном телескопе в натурных условиях. Слева – фрагмент ОИ в уменьшенном масштабе, содержащий треки двух ДО. Справа ОИ локальных областей двух выделенных объектов.

В частности, решению данной задачи посвящены работы [1 – 4], в которых в рамках статистического подхода предлагаются различные модели вероятностного описания ОИ «полезных» объектов, звезд и фоновой обстановки, учитывающие влияние на оптическое излучение турбулентностей атмосферы. При этом при выборе моделей оцифрованных ОИ ДО и излучения звезд используют модель представления изоплановости системы наблюдения,

В работе [5] задача выделения неизвестных треков решается с использованием быстрого дискретного преобразования Радона (ДПР), которое позволяет обнаруживать

на ОИ параметрически заданные кривые. Показано, что такой подход позволяет существенно увеличить быстродействие алгоритма согласованной фильтрации треков по всем возможным угловым направлениям и существенно снизить порог их обнаружения при заданном уровне ложных тревог. В [6] рассматривается устойчивый метод выделения треков ДО на ОИ, формируемых в барьерном режиме наблюдения (экспозиция при неподвижном зеркале), основанный на процедуре факторизации элементов множества при заданном отношении эквивалентности и использовании преобразовании Радона-Никодима ОИ, представленного совокупностью пороговых битовых матриц.

В данной работе с использованием адаптивного байсового подхода синтезируется общая структура алгоритма обнаружения треков ДО с одновременной оценкой их координатных параметров на ОИ невысокого качества. Структура отдельных частных алгоритмов оценки параметров распределения интенсивности неоднородного фонового излучения и выделения областей ОИ, в которых интенсивность фона можно считать однородной, а также выделения ОИ звёзд и оценкой структуры ФРТ, корректируется с использованием робастных методов обработки данных. Выделение ОИ треков с оценкой их параметров реализуется в рекуррентном алгоритме преобразования Радона-Никодима совокупности пороговых булевых матриц, формируемых по исходному ОИ при последовательном увеличении порогового значения интенсивности.

Структура оптического изображения звёздного неба

Последетекторное оцифрованное однобайтовое ОИ Y , формируемое телескопом в барьерном режиме, представим в виде аддитивной суммы матриц

$$Y = \sum_{i=0}^{H=3} Y_i,$$

где Y_i ($i = \overline{0,3}$) – квадратные матрицы интенсивностей порядка N , отличные от нуля элементы которых сформированы: в Y_0 – только фоновым излучением и внутренними шумами телескопа (далее фона); в Y_1 – фоном и излучением звёзд; в структуре Y_2 дополнительно к фоновому излучению присутствуют изображения ДО, а структура матрицы Y_3 формируется всеми источниками излучения.

Уточним модели представления в ОИ Y отдельных компонент.

Распределение интенсивности локально однородного фонового излучения в области его однородности полагаем нормальным $N(\mu_\phi, \sigma_\phi)$ с неизвестными значениями среднего уровня его интенсивности и дисперсией.

При выборе моделей оцифрованных ОИ движущихся объектов и излучения звезд предполагаем, что соответствующее конкретному наблюдаемому объекту непрерывное ОИ $\hat{s}(r, \beta, H)$ в области его регистрации задаётся выражением [7]

$$\hat{s}(r, \beta, H) = \int_{\Omega_\rho} s(\rho/\beta) H(r - \rho) d\rho,$$

где $s(\rho/\beta)$ – неизвестное распределение интенсивности в картинной плоскости, $H(\rho) = H(|r - \rho|)$ – некогерентная функции рассеяния точки, зависящая от модуля невязки координат относительно истинных координат r ; Ω_ρ – поле зрения оптической системы, β -набор дополнительных координатных параметров в плоскости ОИ.

ОИ отдельных звезд задаются соотношением $\hat{s}_{зв}(r, r_u, H) = a_u H(|r - r_u|)$, т. е. $\beta_u = \{a_u, r_u\}$; $u = \overline{1, N_{зв}}$, где a_u – яркость u звезды, а r_u – координаты её центра на ОИ. Общее количество ОИ звезд на снимке $N_{зв}$ неизвестно.

ОИ неизвестного числа $N_{об}$ ДО представляют собой треки [3], ОИ которых аппроксимируются отрезками прямых с координатами концевых точек $[r_1, r_2]$. Следовательно ОИ u ДО можно задать с использованием следующих соотношений:

$$\hat{s}_{об}(r, \beta_u, H) = \hat{s}_u(l) * (\theta(l) - \theta(l-1)) \oplus H(|\Delta r|)$$

где $e(u) = r_2(u) - r_1(u)/|r_2(u) - r_1(u)|$ – единичный вектор в выбранном направлении, а $e_1(u)$ – нормаль к $e(u)$; $l = \langle r - r_1(u) | r_2(u) - r_1(u) \rangle$, при $l \in$

$[0,1]$; Δr – вектор невязки координат текущего вектора r относительно области определения трека $\Omega_r(u)$; $\theta(l)$ – функция Хевисайда; $\hat{s}_i(l)$ – в общем случае функция сглаженных значений флуктуирующей интенсивности движущегося объекта. Здесь введено обозначение $\langle a|b \rangle$ скалярного произведения двух векторов. Таким образом в состав информативных характеристик β_u входят $\beta_u = \{\hat{s}_u(l), r_1(u), r_2(u)\}$, либо $\beta_u = \{\hat{s}_u(l), r_1(u), e(u), |r_2(u) - r_1(u)|\}$.

Рассматривается задача выделения на ОИ неизвестного количества ДО с одновременной оценкой параметров выделенных треков.

Синтез байесова алгоритма выделения ДО на изображении невысокого качества с оценкой угловых параметров движения.

В основу алгоритма выделения на снимке звёздного неба неизвестного числа априори разрешённых ДО положим адаптивный байесов алгоритм, решающий задачу многоальтернативного распознавания совокупности N объектов с одновременной оценкой их информативных параметров [8, 9]. Алгоритм синтезирован исходя из критерия минимума среднего риска с использованием аддитивной функции потерь в условиях параметрической неопределенности относительно введенного вероятностного описания исходной информации. Функционал представим в виде

$$R(d(*), \hat{\beta}, K) = \arg \min_{d(*), \beta, N_{ог}} \sum_{u=1}^N R_u(d(*), \hat{\beta}, K), \text{ где}$$

$$R_u(d(*), \hat{\beta}, K) = \sum_{k=1}^K \int_{\Omega_r(u) \cup \Omega_\beta} g(k, u, r, d(\Omega_r(u)), \beta_u, \hat{\beta}_u, N) p(r, u, k, \beta_u) dr d\beta_u;$$

$\Omega_r(u)$ и Ω_β – области локализации ОИ u классифицируемого объекта и совокупности информативных параметров; $p(r, u, k, \beta_u)$ – совместная плотность распределения вероятности интенсивности u объекта в точке $r \in \Omega_r(u)$ и параметров β_u для k проверяемой гипотезы; $d(*) = \{d(u, r), u = \overline{1, K}\}$ – совокупность N K -мерных векторов принимаемых решений по обнаруженным объектам на ОИ, компоненты которых представляют собой индикаторные функции; K – количество проверяемых гипотез о структуре выделенного ОИ. В нашем случае к числу проверяемых гипотез относятся: k_1 – ОИ звезды; k_2 – ОИ ДО; k_3 – совместное ОИ ДО и звезды. Модифицируем предложенную в [8, 9] функцию потерь (ФП) $g_u = g(k, u, r, d(\Omega_r(u)), \beta_u, \hat{\beta}_u, N)$, которая является количественной мерой эффективности принятия решения $d(u, r)$ по k -гипотезе u обнаруженного объекта. Введём в её структуру дополнительный множитель $c(j, u, r)$. В результате ФП преобразуется к виду

$$g_u = a_k(\beta) + \sum_{j=1}^K d_j(u, r) [g_j(\hat{\beta}) - a_j(\beta) K_j(|\beta - \hat{\beta}|) \delta_{kj}] * c(j, u, r),$$

где $a_k(\beta)$ – коэффициент, учитывающий потенциальный ущерб объектов k класса; $d_j(u, r)$ – решение (индикаторная функция) по j классу для u объекта $u = \overline{1, N}$; $g_j(\hat{\beta})$ – затраты на принятие положительного решения по j классу, предположив, что они слабо зависят от значений формируемых оценок параметров ($g_j(\hat{\beta}) \approx \text{const}$); $K_j(|\beta - \hat{\beta}|)$ – нормированная на единицу в максимуме монотонно убывающая чётная функция вектора невязки $\beta - \hat{\beta}$, учитывающая влияние точности оценки значений параметров β на качество принятия решения; δ_{kj} – символ Кронекера.

Значение множителя $c(j, u, r)$ вычисляется с помощью выражения $c(j, u, r) = \min(d_j(u, r), N_j - \sum_{i=1}^N d_j(i, r))$, в котором эффективность принимаемых решений по j классу для u объекта зависит от принятых решений по другим выделенным на ОИ объектам и априорной информации о количестве объектов j класса N_j в исходном ОИ. При отсутствии соответствующей априорной информации полагаем $N_j = N$.

В [8, 9] показано, что при использовании квадратичной функции $K_j(|\beta - \hat{\beta}|)$ в большинстве представляющих практический интерес случаев справедлив алгоритм принятия решения, в котором решающее правило для u объекта формируется путём сравнения с порогом значения апостериорной вероятности

$$p_a(j|r, \beta^*) = p(j, r, \beta^*)/p(r, \beta^*)$$

$$d_j(u, r) = \begin{cases} 1, & \text{если } p_a(j|r, \beta^*) \geq c_j; \\ 0, & \text{если } p_a(j|r, \beta^*) < c_j; j = \overline{1, K}; u = \overline{1, N}. \end{cases}$$

где в качестве оценки β^* в практически важных случаях можно использовать оценку максимума правдоподобия $\beta^* = \arg \max_{\beta} p(r, j/\beta)$ при $r \in \Omega_r(u)$. При этом порог для принятия решения по каждому классу вычисляется независимо от других классов с использованием выражения $c_j = g_j(\beta^*)/(a_j(\beta)K_j(|\beta - \beta^*|))$.

Отметим, что решающее правило для любого априори разрешённого объекта сводится к независимому принятию решения по каждой гипотезе, что позволяет формировать неоднозначные решения с последующим отбором наиболее правдоподобных с учетом априорной информации о максимально возможном количестве объектов данного класса.

С другой стороны, такая структура решающего правила и вид ФП позволяют проводить группировку количества проверяемых гипотез. В частности, применительно к задаче выделения на ОИ треков движущихся объектов принимать решение о наличии в выделенной области объектов выбранного класса вне зависимости от наличия в ней объектов другого класса. С другой стороны, практический интерес представляет только решение задачи выделения на ОИ треков ДО. Однако при формировании решающей статистики используются оценки параметров фона и излучения звёзд. Следовательно, вычислительный алгоритм выделения треков на ОИ должен включать следующие частные алгоритмы: разбиения исходного ОИ на области, в которых интенсивность фонового излучения можно считать локально однородной, и формирования оценок параметров функции распределения интенсивности фона; обнаружения ОИ звёзд с оценкой параметров ФРТ; алгоритм фильтрации ОИ треков с оценкой их параметров и точностных характеристик. На этапе фильтрации требуется задать критерий принадлежности интенсивности отдельных пикселей области определения ОИ трека $f(y_i, y_j)$ $i, j = \overline{1, N^2}$.

В силу существенной априорной неопределённости относительно вероятностного распределения на ОИ интенсивности фона и треков, а также излучения звёзд при адаптации структуры частных алгоритмов к таким условиям в работе использовались устойчивые (робастные) методы и алгоритмы обработки ОИ звёздного неба.

Синтез отдельных (частных) алгоритмов обработки ОИ с использованием робастных методов обработки данных.

Представим ОИ Y совокупностью матриц порядка N . Рассматривая Y как исходное множество, найдём фактор-множество матриц $\tilde{Y}_l \in Y: Y = \bigcup_{l=1}^M (\tilde{Y}_l = lU_l)$, где U_l булева матрица, значимые элементы которой вычисляются с использованием бинарного отношения эквивалентности $U_l(i, j) = \text{true} (1)$ при $Y(i, j) = l$; иначе $\text{false} (0)$; $i, j = \overline{1, N}$. Мощность любой матрицы $\text{card}(\tilde{Y}_l)$ определим количеством её значимых элементов. Дополнительно введём множество пороговых булевых матриц $B = \{B_l\}_{l=1}^M$, структура которых задаётся соотношением $B_{l-1} = B_l \cup U_l, l \in [1, M]$; считая, что $B_M = U_M$. Заметим, что справедливо отношение включения $B_l \in B_{l-1}$, при этом $\text{card}(B_l) = \sum_{m=l}^M \text{card}(U_m)$. Множество матриц B , которое является избыточным по отношению Y , будем рассматривать как граф дерева исходного ОИ. Поэлементное восстановление Y при наличии B реализуется поиском матрицы B_l с максимальным номером, в которой выполняется условие $B_l(i, j) = \text{true}$. Введём обозначения $\hat{Y}_l$ для восстановленного ОИ с использованием статистики $\hat{B}(l) = \{B_k\}_{k=l}^M$.

Известно, что поведение функции двух переменных, отражающее некоторую физическую характеристику наблюдаемого явления (события), можно охарактеризовать тремя интегральными показателями [10]. Они связаны с

информационной, топологической и метрической характеристиками ОИ. В качестве таких показателей применительно к B представлению ОИ в [11] предложены информация по Шеннону $I(\hat{Y}_l)$, усреднённые по уровням пороговой интенсивности l значения количества сегментов $N_l = \bar{N}(\hat{Y}_l)$, значения их интегральных периметров $P_l = \bar{P}(\hat{Y}_l)$. В качестве альтернативы N_l и P_l здесь будем использовать связанный с ними безразмерный показатель компактности γ_l , значение которого вычисляется по формуле $\gamma_l = \sum_{j=1}^{N_l} \gamma(b_{lj})/N_l$, где $\gamma(b_{lj})$ – показатель компактности для отдельной линейно-связной области $b_{lj} \in B_l$, нормированное значение которого пропорционально отношению площади области к квадрату её периметра. Для анализа поведения интегральных показателей качества ОИ как функций уровней пороговой интенсивности введем вектор-столбцы гистограммы интенсивности $|G\rangle$ и значений показателей компактности $|\gamma\rangle$.

Предлагается робастный алгоритм разбиения Y на совокупность K отдельных локальных областей ОИ $Y = \bigcup_{k=1}^K Y(k)$, статистические характеристики регистрируемой интенсивности фона в которых можно считать постоянными.

Пусть исходное ОИ Y априори разбито на совокупность неперекрывающихся квадратных матриц ОИ $Y(i)$, в которых интенсивность фона можно считать однородной и изотропной. Длина стороны квадрата $Y(i)$ $L = 2l_{max}$ выбрана исходя из максимально ожидаемой длины трека ДО на ОИ. Рассмотрим алгоритм оценки параметров распределения интенсивности фона в ОИ звездного неба $Y(i)$ в условиях априорной неопределённости в предположении аппроксимации её распределения нормальным законом $N(\mu_\phi, \sigma_\phi)$ и уточнения структуры областей, в которых изображение фона статистически однородно.

Анализ структуры ОИ Y показывает, что в любой матрице ОИ $Y(i)$ (далее индекс i без ограничения общности опускаем ($Y(i) \equiv Y$)) справедлива модель описания плотности распределения интенсивности в виде $F(Y) = (1 - p_s)N(\mu_\phi, \sigma_\phi) + p_s F(Y_1 \cup Y_2)$. Здесь $p_s = \text{card}(Y_1 \cup Y_2)/\text{card}(Y) \leq o(0.1)$ – априорная вероятность появления на снимке нефоновой ОИ, $F(Y_1 \cup Y_2)$ – неизвестная функция распределения её появления. Найдём робастные оценки μ_ϕ и $S_\phi = \sqrt{\sigma_\phi}$, которые вычисляются с использованием соотношений [12, с.139] $\hat{\mu}_\phi = \text{med}_{i,j} Y(i,j)$; $\hat{S}_\phi = \sqrt{\hat{\sigma}_\phi} = 1.483 \text{ med}_{i,j} |Y(i,j) - \hat{\mu}_\phi|$.

Алгоритм объединения совокупности матриц $Y(i)$ реализуем как алгоритм факторизации Y с использованием бинарного отношения эквивалентности

$$R = R_\phi(N_i(\mu_\phi, \sigma_\phi), N_j(\mu_\phi, \sigma_\phi)) \cap R_{cr}(Y(i), Y(j)),$$

где $R_{cr}(*)$ – транзитивное замыкание бинарного отношения соседства по кресту значимых пикселей на границах матриц $Y(i)$ [13], а бинарное отношение эквивалентности распределения интенсивности фона в двух соседних областях $R_\phi(N_1, N_2)$ справедливо, если выполняется условие [14]

$$I(N_1|N_2) + I(N_2|N_1) - 2 < C$$

Здесь значение $I(N_1|N_2) = \sigma_1^2/\sigma_2^2 + (\Delta\mu)^2/\sigma_2^2$ с точностью несущественного мультипликативного множителя, который можно учесть при выборе порога принятия решения C , совпадает с относительной информацией по Шеннону двух нормальных распределений; $\Delta\mu = \mu_1 - \mu_2$.

При принятии положительного решения об объединении двух соседних матриц Y_1 и Y_2 , во вновь сформированной матрице $Y_n = Y_1 \cup Y_2$ уточняются параметры фонового распределения с использованием вышеприведённого алгоритма. В результате исходное ОИ разбивается на совокупность неперекрывающихся ОИ, в каждом из которых Y (далее без ограничения общности индекс i в обозначении $Y(i)$ опускаем) фоновое излучение считаем нормальным локально однородным с параметрами распределения $N(\mu, \sigma)$. Преобразуем ОИ в представление $\hat{B} = \{B_l\}_{l=1}^M$, где верхний индекс соответствует уровню порогой интенсивности при допустимой условной

вероятности появления фоновой отметки в одном пикселе ОИ $p_\phi(M)$. Нижний уровень пороговой интенсивности определяется из уравнения $(p_\phi(1))^{L_{min}} = p_0 \approx 0.01$, где L_{min} – минимальная длина трека; p_0 – вероятность выделения трека, сформированного совокупностью фоновых отметок при их независимом появлении в отдельных ячейках; $p_\phi(1)$ – вероятность появления фоновой отметки в одном пикселе ОИ. Она вычисляется с использованием интеграла вероятностей и параметров распределения фона, которые также используются при выборе остальных уровней пороговой интенсивности.

Для выделения ОИ звёзд с оценкой параметров ФРТ с использованием B_M проводим её факторизацию на совокупность отдельных односвязных областей $B_M = \bigcup_{i=1}^{N_M} b_i$ с использованием транзитивного замыкания бинарного отношения соседства R_{cr}^* односвязных интервалов значимых элементов матрицы B_M .

Положительное решение об отнесении b_i к ОИ звёзд принимаем с использованием его значения показателя компактности при справедливости следующего неравенства $\gamma(b_i) \geq C$. Значение порога $C \approx 0.8$ выбрано исходя из предположения, что ОИ ФРТ аппроксимируется кругом. В результате процедуры классификации из дальнейшего анализа структуры $\hat{B}$ будут исключены ложные элементы. Сохраним для оценки оставшегося количества ОИ звёзд обозначение N_M .

Для оценки вектора параметров $|\alpha\rangle$ поведения ФРТ $H(|\Delta r||r_0, |\alpha\rangle)$ при выбранной аппроксимации её функциональной зависимости в области определения $b_i, i = \overline{1, N_M}$ в каждой области b_i находим оценки относительной максимальной яркости звезды в ОИ $l_{max}(i)$ и радиуса ее изображения и формируем статистику $\{\Delta r(l_{max}(i) - I_M)\}_{i=1}^{N_M}$, где I_M – интенсивность ОИ при $l = M$. Методом наименьших квадратов [15] по полученной статистике вычисляем оценку параметров вектора $|\alpha\rangle$, которую используем в частном алгоритме выделения треков ДО на ОИ.

Выделение треков на изображении с использованием преобразования Радона

Одними из эффективных в вычислительном плане алгоритмов выделения на ОИ совокупности треков $tr(l) = \bigcup_{i=1}^{N(l)} tr_i(l, \lambda_i)$, заданных в виде отрезков прямых, являются алгоритмы, в основу которых положено преобразование Радона-Никодима [5]. Рассмотрим их реализацию в ситуации, когда ОИ представлено в виде совокупности булевых пороговых матриц $\hat{B} = \{B_l\}_{l=1}^M$, и наряду с обнаружением флуктуирующего трека ДО необходимо оценить его четыре выбранных параметра λ_i и соответствующую корреляционную матрицу $R(\lambda)$. Возможно два варианта рекуррентной обработки совокупности $\hat{B}$, базирующиеся на последовательном как уменьшении порогового уровня интенсивности l так и его увеличении с последующим поиском окончательной оценки $\hat{tr}$ по совокупности найденных оценок $\{tr(l)\}_{l=l_n}^M$.

Первый вариант алгоритма обработки, в основу которого на каждом уровне пороговой интенсивности положена 4 канальная процедура преобразования Радона булевых матриц $\{B_{l0}, B_{l1}, B_{l2}, B_{l3}\}$, подробно рассмотренная в [6]. Соответствующие матрицы $\{B_{l0}, B_{l1}, B_{l2}, B_{l3}\}$ формируются из исходной матрицы B_l путём её поворота на углы $0; \pm 45$ и 90 градусов относительно исходного направления, и организуется эффективный вычислительный алгоритм выделения треков в диапазоне углов $\varphi = \pm 22.5^\circ$ относительно выбранных направлений.

Здесь рассмотрим вариант реализации алгоритма при последовательном увеличении порогового уровня интенсивности.

При выделенных на начальном этапе ($l=1$) обработки матриц $B_1 = \{B_{10}, B_{11}, B_{12}, B_{13}\}$ [6] возможных прямоугольных областях локализации треков $\Omega_1 = \bigcup_{u=1}^U \Omega_1(u)$ в каждой области $\Omega_1(u)$ по значимым элементам $N(u)$ выбираем начало локальной системы координат в точке выборочного среднего $|\hat{r}(u)\rangle = 1/N(u) (\sum_{i=1}^{N(u)} |r_i(u)\rangle)$, в которой вычисляем корреляционную матрицу

$$R(u) = 1/(N(u) - 1) (\sum_{i=1}^{N(u)} (|r_i(u) - \hat{r}(u)\rangle \langle r_i(u) - \hat{r}(u)|)).$$

Оценку углового направления трека $\hat{\varphi}$ находим с использованием функционала $\hat{\varphi} = \arg \max_{\varphi} P(\varphi)R(u)$; где $P(\varphi) = |e(\varphi) \rangle \langle e(\varphi)|$, а положения крайних точек выделенного трека $tr(u) = \{r \in [r_{min}, r_{max}] | u\}$ совпадают с границами интервала на найденном направлении $\hat{\varphi}$, содержащего в себе проекции значимых элементов из $\Omega_1(u)$.

Введем статистику, характеризующую качество найденной оценки трека

$$f_1(tr(u)) = (1/N(u)) \sum_{i=1}^{N(u)} |g_{\Omega_1(u)}(i|u) - g_{tr}(i|u)|$$

где $g_{\Omega_1(u)}(i|u)$ и $g_{tr}(i|u)$ – функции, равные 1 только в области значимых значений $\Omega_1(u)$ и в области определения трека соответственно.

При переходе к анализу структуры выделенных областей локализации треков на следующем уровне пороговой интенсивности Ω_l справедливо условие включения для каждой $\Omega_l \in \Omega_{l-1}$, что позволяет использовать на l шаге обработки следующий алгоритм.

Для каждой локальной области $\Omega_{l-1}(u)$ уточнить структуру её значимых элементов в B_l .

При наличии в $\Omega_l(u)$ количества значимых элементов $N(u|l) \leq L_{min}$ полученные на предыдущем шаге оценки параметров трека используются в качестве окончательных.

В противном случае с использованием приведённого на первом шаге алгоритма поиска оценок параметров трека уточнить оценки $\hat{\varphi}$ и $tr(u) = \{r \in [r_{min}, r_{max}] | u\}$ с учётом отнесённым на предыдущем шаге к треку значимых элементов в выделенной области, скорректировав значение $N(u|l)$.

Вычислить значение $f_l(tr(u))$. При выполнении условия $f_l(tr(u)) > f_{l-1}(tr(u))$ за параметры трека выбрать параметры, полученные на предыдущем этапе обработки. В противном случае повторить вычисление на следующем пороговом уровне интенсивности.

Для оценки корреляционной матрицы оценок положения граничных точек треков используется приведённый в [16] метод складного ножа.

Результаты обработки изображения, полученного в реальных условиях

Переходя к анализу результатов обработки ОИ, полученных с использованием программной реализации предложенного алгоритма, оставим в стороне технические вопросы, в частности оценки параметров выделенных треков, примеры которых приведены в [6]. Подчеркнем, что качество решения задачи выделения треков в условиях существенной априорной неопределённости зависит от адаптивного выбора порога для принятия положительного решения, который зависит от формируемых оценок вероятностей правильного обнаружения треков и ложной тревоги с последующей оценкой параметров выделенных треков. В частности, в столбцах табл. 1 приведены оценки параметров нормальной функции распределения фона, значения относительного информационного отклонения ΔI от опорного варианта и значения оценок вероятностей выделения в бинарных ОИ фоновой отметки в одном пикселе, сформированных при их теоретическом значении, равном $p_{лт}=10^{-2}$. В 1 строке данные относятся к оценкам, полученным в области, содержащей ОИ 2 треков, во 2 – к локальной области, содержащей ОИ яркого трека, в 3 – к локальной области, содержащей ОИ тусклого трека.

Таблица 1

Оценки параметров распределения фона и уровня ожидаемой вероятности ложной тревоги при выбранном пороге

№	Среднее	СКО	ΔI_1	ΔI_2	ΔI_3	$p_{лт}$
1	99	21	0	2,082	0,42	0,01
2	95	11	2,08	0	2,83	0,018
3	105	23	0,42	2,83	0	0,014

Анализ приведенных в таблице данных показывает, что оценка структуры фона в выделенных локальных областях существенно отличается. Следовательно, реализацию процедуру обнаружения в них треков необходимо скорректировать. Это подтверждается приведенными на рис. 2 ОИ, сформированными при выбранных значениях вероятности появления в отдельных ячейках фоновой отметки, равными 0.5 (слева) и $p_{\text{лт}}=10^{-2}$ (справа)

Рис.2. Сформированные пороговые ОИ отдельных областей при выбранных вероятностях появления фоновой отметки в одной ячейке. (Вверху – в области, содержащей ОИ двух треков; в середине – в области локализации ОИ яркого трека; внизу – в области локализации ОИ тусклого трека).

Анализ структуры представленных ОИ показывает, что выделение ярких треков (вероятность их правильного обнаружения близка к единице) можно реализовать с использованием адаптивной пороговой обработки. ОИ формируемого трека чётко просматривается на центральном ОИ в среднем ряду, в котором справа дополнительно приведено ОИ трека, формируемого четырёх канальным алгоритмом преобразования Радона-Никодима бинарных ОИ [6]. При наличии на снимке ОИ тусклых треков (см. левое ОИ в нижней строке) процедура их выделения усложняется, поскольку при допустимой вероятности появления ложных отметок высока вероятность пропуска $p_{\text{лр}}$ на ОИ принадлежащих треку флуктуирующих отметок (см. правое ОИ на строке). На следующем рисунке приведены результаты выделения структуры ОИ такого трека с использованием предложенного в [6] алгоритма с учетом предлагаемой его модификации в данной работе.

Рис. 3. Совокупность ОИ, формируемых при выделении ОИ флуктуирующего тусклого трека. В верхней строке ОИ, формируемые в выделенном канале обработки алгоритмом Радона-Никодима (ОИ слева направо: исходное повернутое и при $p_{\text{лт}} \in \{0,5; 10^{-2}\}$). В нижней строке слева направо выделенные ОИ треков предложенным алгоритмом, соответствующие вероятностям $p_{\text{лт}} \in \{0,3; 0,5; 0,6; ,0,7\}$.

Полученный результат можно интерпретировать следующим образом. Максимум плотности распределения интенсивности неизвестного одномодального трека локализован в области максимума плотности распределения фона $N(\mu_{\text{ф}}, \sigma_{\text{ф}})$. При этом изменение порога при формировании битового ОИ приводит к чувствительным изменениям как $p_{\text{пр}}$, так и $p_{\text{лт}}$, что может приводить к неоднозначному ОИ трека. Выбор окончательного решения с использованием введенного в работе критерия показывает, что за оценку окончательной структуры трека в данном случае следует выбрать ОИ, полученное при $p_{\text{лт}}=0.6$.

Заключение

На базе адаптивного байсового подхода синтезирована базовая структура алгоритма выделения изображения тусклых треков в виде отрезков прямых с одновременной оценкой их информативных параметров на оптических изображениях звездного неба.

С использованием робастных методов анализа данных и теории множеств разработан устойчивый вариант базового алгоритма в условиях наличия неоднородного фонового излучения, статистические характеристики распределения интенсивности которого априори неизвестны, в составе следующих частных алгоритмов.

Алгоритм разбиения исходного ОИ на совокупность областей, в которых параметры фонового излучения можно считать локально однородными, с использованием симметричного информационного критерия и аппроксимации истинного распределения нормальным, его параметры восстанавливаются робастным алгоритмом.

Алгоритм представления исходного ОИ совокупностью пороговых булевых матриц без потери информации, содержащейся в исходном ОИ.

Алгоритм выделения ОИ ярких звезд с оценкой параметров однородной функции рассеяния точки в системе источник – атмосфера – телескоп.

Алгоритм выделения на ОИ тусклых флуктуирующих треков с одновременной оценкой их экранных параметров в составе положения центра трека и краевых точек (пикселей), а также его углового направления в экранной системе координат с использованием преобразования Радона-Никодима. Предложена четырёхканальная процедура выделения треков восходящая по уровням пороговой интенсивности обработки ОИ в представлении совокупности пороговых булевых матриц с одновременной оценкой их параметров. Выделение максимально правдоподобного трека из числа возможных в локальной области реализовано с использованием

критерия минимума ошибочного решения на текущем шаге обработки с учётом полученного решения на предыдущем шаге.

Приведён пример обработки ОИ, полученного в реальных условиях. Анализ представленных данных позволяет сделать вывод о достаточно качественном решении задачи выделения ОИ тусклых флукутирующих треков на ОИ звездного неба, формируемых в наземных телескопах в барьерном режиме.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) (проекты № 19-07-00225А и 20-07-00122А)

1. А. Е. Колесса, В. Г. Репин Робастный адаптивный алгоритм выделения отметок от целей в цифровом изображении Межгосударственная акционерная корпорация «Вымпел» [Электронный ресурс] <https://docplayer.ru/51026878-Robastnyy-adaptivnyy-algoritm-vydeleniya-otmetok-ot-celey-v-cifrovomizobrazhenii.html>.
2. M. Uney, B. Mulgrew, D Clark, — Maximum Likelihood Signal Parameter Estimation via Track Before Detect, Conference: Sensor Signal Processing for Defence, At Edinburgh, Volume: 1, 2015.
3. Gural P.S. Matched Filter Processing for Asteroid Detection P. S. Gural, J. A. Larsen, A. E. Gleason The Astronomical Journal, 130: 1951-1960, 2005
4. G. Tartakovsky, A. E. Kolessa, A. P. Ivanov, A. P. Lukyanov, and V. A. Radchenko, — Efficient Estimation and Decision-Making Methods for Short Track Identification and Orbit Determination, Proceedings of the 1st NEO and Debris Detection Conference, Darmstadt, Germany, 22-24 January 2019, published by the ESA Space Safety Programme Office, Ed. T. Flohrer, R. Jehn, F. Schmitz (<http://neosst-conference.sdo.esoc.esa.int>, January 2019, pp. 1-10).
5. P. Hickson, A fast algorithm for the detection of faint orbital debris tracks in optical images, preprint, 2018. [Электронный ресурс] https://www.researchgate.net/publication/327434972_A_fast_algorithm_for_the_detection_of_faint_orbital_debris_tracks_in_optical_images.
6. Лавров В.В., Лучкина М.В., Маричева О.Д., Неманов С.Г., Рындин К.Ю., Тюрин В.С. Метод обнаружения движущихся удалённых объектов с неизвестными орбитами на снимке звёздного неба при наличии сложного неоднородного фона Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования». Декабрь 2020 г. №68, Часть 1 Изд. НИЦ «ЛЖурнал», 2020. с 41–53.
7. Новые методы обработки изображений. Под ред. А.А. Потапова. – М.; Физматлит, 2008. – 496с. – ISBN 978-5-9221-0844-6.
8. Тартаковский, Г.П. Теория информационных систем/ Г.П. Тарковский.- М.: Физматкнига, 2005. – 304 с.
9. Рындин Ю.Г., Тартаковский Г.П., Тюрин В.С. Распознавание объектов, одновременно принадлежащих нескольким классам. Радиотехника и электроника. – 2004. Т.49. №9. стр. 1066–1072.
10. О. П.Милукова, П. А. Чочиа. Об оценке сложности изображений с помощью двумерных вариаций// Информационные процессы.- 2012.- Том 12. № 4. с. 362–371.
11. Лавров В. В., Лучкин Р. С., Немыкин О. И., Прохоров М. Е., Рындин Ю. Г., Методы и алгоритмы полного цикла обработки последетекторного малококонтрастного оптического изображения. Вопросы радиоэлектроники 2018 № 3 с. 99–107. DOI 10.21778/2218-5453-2018-3-99-107
12. Хампель, Ф. Робастность в статистике. Подход на основе функций влияния; пер. с англ./ Ф. Хампель, Э. Рончетти, П. Рауссеу, В. Штаэль. -М.: Мир, 1989. 512с. - ISBN 5-03-001003-3.
13. Башмаков Д.А., Прохожев Н.Н., Михайличенко О.В., Сивачев А.В. Применение матриц соседства пикселей для улучшения точности стеганоанализа неподвижных цифровых изображений с однородным фоном. Кибернетика и программирование. 2018. № 1. с. 64 – 72. DOI: 10.25136/2306-4196.2018.1.24919. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=24919
14. "Системный анализ в проектировании и управлении", международная научная и учебно-практическая конференция (24; 2020; Санкт-Петербург). Системный анализ в проектировании и управлении. Ч. 2: сборник научных трудов XXIV Международной научной и учебно-практической конференции, 13–14 октября 2020 года: [в 3 частях] Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого [и др.]; [под общей редакцией В. Н. Козлова, А. Н. Фирсова]. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. 1 файл (5,86 Мб). — Загл. с титул. экрана. — Электронная версия печатной публикации 2020 г. Рез. и ключевые сл. на англ. яз. URL:<http://elbib.spbstu.ru/dl/2/i20-211.pdf>. DOI 10.18720/SPBPU/2/i20-211. Текст: электронный
15. Бард, Й. Нелинейное оценивание параметров. - М.: Статистика, 1979. 349 с.

16. Эфрон, Б. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа. М.: Финансы и статистика, 1988. 263 с. ISBN 5-279-00277-11.

Одинцова М.А.

Учебный вопрос «Классификация информационных систем»

*РТУ МИРЭА
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-12

Аннотация

В статье рассматриваются особенности изучения учащимся вузов классификации информационных систем. Сегодня многие дисциплины, связанные с информационными системами и технологиями, включают вопрос о классификации информационных систем. Однако при изучении данного вопроса у учащихся возникают определенные сложности. В статье определены аспекты, на которые следует обратить внимание преподавателям при изложении материала, а учащимся — при его освоении.

Ключевые слова: предметно-ориентированные информационные системы, классификация информационных систем, MRP, MRP II, ERP.

Abstract

The article deals with the peculiarities of studying information systems by students of universities. Today, many disciplines related to information systems and technology include the question of the classification of information systems. However, when studying this issue, students have problems of complexity. The article discusses aspects that should be paid attention to teachers when presenting the material, and students — when mastering it.

Keywords: subject-oriented information systems, classification of information systems, MRP, MRP II, ERP.

Сегодня в высших учебных заведениях существует большое количество дисциплин, направленных на изучение информационных систем (ИС) и технологий. Среди таких дисциплин можно назвать: «Информационные системы в экономике», «Информационные системы и технологии», «Предметно-ориентированные информационные системы», «Основы информационных систем» и др. При этом одним из ключевых вопросов является классификация информационных систем. Действительно, не раскрыв классификации, дальнейшее всестороннее и комплексное изучение информационных систем не представляется возможным.

При изложении данного вопроса авторы учебников и пособий [1, 6] отмечают, что на сегодняшний день единой общепринятой и исчерпывающей классификации информационных систем не существует. Однако есть ряд признаков, позволяющих в целом выделить отдельные группы. Среди таких признаков, как правило, выделяют [1, 6, 7]:

- тип используемых данных (фактографические и документальные системы);
- степень автоматизации (ручные, автоматизированные, автоматические ИС);
- тип задач, для решения которых создаются информационные системы (ИС, предназначенные для решения структурированных задач; ИС, предназначенные для решения частично структурированных задач);

- сфера деятельности объекта управления (ИС для промышленных, торговых предприятий, страховых компаний, образовательных организаций и т.д.);
- функциональная структура ИС (ИС управления персоналом, ИС управления взаимоотношениями с клиентами, ИС учета кадров, ИС бухгалтерского учета, ИС управления сбытом готовой продукции и т.д.);
- степень сложности (системы обработки данных, ИС управления, системы поддержки принятия решений, экспертные системы, гибридные экспертные системы, информационные системы мониторинга);
- степень интеграции (локальная ИС, частично интегрированная ИС, корпоративная ИС);
- информационно-технологическая архитектура (ИС централизованной архитектуры, ИС распределенной архитектуры) и др.

При изучении студентами данного вопроса возникают некоторые сложности. Первая связана с непониманием разницы между информационной системой и программным обеспечением. Для учащегося само собой разумеется, что информационная система — это именно автоматизированная информационная система. Делая традиционный запрос «информационная система это» и переходя по первой ссылке, учащиеся находят следующее определение: «Информационная система (ИС) — система, предназначенная для хранения, поиска и обработки информации, и соответствующие организационные ресурсы (человеческие, технические, финансовые и т. д.), которые обеспечивают и распространяют информацию» [2]. Такое определение указывает назначение информационной системы, но не раскрывает состава автоматизированной информационной системы. Здесь необходимо обратить внимание именно на понятие информационной системы как таковой: «Информационная система (ИС) — взаимосвязанная совокупность потоков информации, средств, методов, персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации и выработки управленческих решений» [5]. Таким образом, ИС может быть реализована и без компьютеров и других средств автоматизированного сбора, хранения, обработки, распространения информации, что, конечно же, в современных условиях представить практически невозможно. А вот критерий «степень автоматизации» как раз и разделяет информационные системы на:

- ручные (без использования современных технических средств);
- автоматизированные (с использованием современных технических средств сбора, обработки, хранения и распространения информации и обязательным участием человека);
- автоматические (участие человека не требуется).

Таким образом, здесь важно обратить внимание на определение, отражающее состав автоматизированной ИС. Например, такое: информационная система — совокупность информационных, программных, математических, технических, организационных средств и персонала, предназначенная для сбора, обработки, хранения и распространения информации о деятельности субъекта реального мира. Данное определение показывает, что программное обеспечение, как и база данных, как и отдельные алгоритмы обработки данных, является лишь частью информационной системы. Так, программное обеспечение может быть изменено (обновлено, модифицировано), при этом оно также будет являться частью все той же информационной системы.

Вторая сложность обусловлена стремлением учащихся отнести какую-либо информационную систему к единственному классу и таким образом дать ей исчерпывающую характеристику. Чаще всего это имеет место при рассмотрении классов ИС и соответствующих стандартов управления (методологий создания

экономических управляющих информационных систем): MRP, CRP, MRP II, ERP, ERP II, CPM и др. Приведем краткую характеристику классов:

- MRP (планирование материальных потребностей). Назначение — обеспечить наличие сырья, материалов, комплектующих для производства продукции точно в таком количестве и в сроки, которые требуются согласно производственной программе;
- CRP (планирование производственных мощностей). Назначение — спланировать загрузку производственных мощностей (оборудования, поточных линий, бригад рабочих) согласно производственной программе;
- MRP II (планирование производственных ресурсов). Назначение — поддержка процессов планирования и контроля всех производственных ресурсов, начиная с закупки сырья, материалов и комплектующих на склад и заканчивая отгрузкой готовой продукции;
- ERP (планирование ресурсов предприятия). Назначение — поддерживать управление всеми ресурсами предприятия;
- ERP II (управление внутренними ресурсами и внешними связями предприятия). Назначение — поддержка управления бизнес-процессами предприятия и взаимоотношениями с внешними контрагентами (например, клиентами, поставщиками, партнерами, банками, налоговыми органами), управление цепочками поставок, Интернет-торговля;
- CPM (управление эффективностью корпораций). Назначение — поддерживать управление корпорацией на всех уровнях управления: стратегическом, тактическом и оперативном.

Следует заметить, что для понимания функциональных особенностей систем управления эффективностью бизнеса, учащимся следует сначала изучить стратификацию информационных технологий по уровням управления в организации.

На практике готовое ИТ-решение может соответствовать сразу нескольким стандартам. Это соответствие приводят разработчики при описании программных продуктов. Например, конфигурация «1С:ERP Управление предприятием 2» поддерживает стандарты MRP, MRP II, ERP, MES, CRM [4], «Галактика ERP» — ERP, MRP II [3]. Таким образом, дать исчерпывающую характеристику конкретному программному продукту, «привязывая» его только к одному, пусть даже «последнему» классу ИС, не представляется целесообразным. И здесь учащимся необходимо знать соответствующие классы ИС, чтобы понимать возможности и функциональные особенности ИТ-решений.

Вопрос о классификации информационных систем является одним из ключевых при изучении информационных систем и технологий в ряде дисциплин. При его изучении необходимо комплексно и всесторонне дать представление о различных признаках классификации, стандартах управления, отраженных в классах информационных систем и стратификации информационных технологий по уровням управления на предприятии.

1. Волкова, В.Н. Информационные системы в экономике: учебник для вузов / В.Н. Волкова, В.Н. Юрьев, С.В. Широкова, А.В. Логинова; под редакцией В.Н. Волковой, В.Н. Юрьева. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 402 с.
2. Информационная система. Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Информационная_система (дата обращения 02.07.2021).
3. Корпорация «Галактика». Система «Галактика ERP». Описание функциональности системы. — 2017. — 97 с.

4. Мироненко А. Курс «Производственный учет и планирование в 1С:ERP». — URL: <https://razdolie.ru/education/upravlyaem-predpriyatiem-1s-erp-proizvodstvo.php> (дата обращения 02.07.2021).
5. Нетёсова, О.Ю. Информационные системы и технологии в экономике: учебное пособие для вузов / О. Ю. Нетёсова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 178 с.
6. Трофимов, В.В. Информационные системы и технологии в экономике и управлении в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / ответственный редактор В. В. Трофимов. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 375 с.
7. Федорова, Г.Н. Информационные системы: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / Г.Н. Федорова. — М.: Издательский центр: «Академия», 2016. — 207 с.

Рябухина Е.А., Фирсова С.А.

Реализация программно-информационной системы для определения психологического профиля личности и обработки результатов методами многомерного анализа

*ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»
(Россия, Саранск)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-13

Аннотация

В статье представлен разработанный авторами прототип программно-информационной системы, позволяющей проводить тестирование специалистов в области информационных технологий для определения их мотивационных приоритетов в выбранной профессиональной области, а также обрабатывать полученные результаты методами многомерного статистического анализа данных.

Система состоит из двух компонентов: тестирующего и анализирующего модулей. В тестирующем модуле реализуются различные методики определения доминирующих мотивационных установок личности, в частности, метод, предложенный Ш. Ричи и П. Мартином. Анализирующий модуль обрабатывает полученные при тестировании данные посредством многомерных статистических методов, таких как кластерный, факторный, дисперсионный, корреляционный анализ.

При создании прототипа использовалась интегрированная среда разработки программного обеспечения Microsoft Visual Studio 2017, среди возможностей которой следует выделить простоту создания графического пользовательского интерфейса, независимость от компьютерных операционных систем, подключение разнообразных сторонних библиотек, написание SQL-запросов к базе данных.

В статье на конкретных примерах продемонстрирована работа с системой. Показаны результаты применения статистических методов, позволяющие работодателю увидеть картину мотивационных профилей сотрудников и сделать обоснованные выводы для формирования наиболее эффективной команды разработчиков программного обеспечения.

Ключевые слова: информационные технологии, мотивация, психологический профиль личности, программно-информационная система, многомерный анализ данных, команда разработчиков программного обеспечения, Microsoft Visual Studio.

Abstract

The article presents a prototype of a software and information system developed by the authors, which allows testing specialists in the field of information technology to determine their motivational priorities in the chosen professional field, as well as processing the results obtained by methods of multidimensional statistical data analysis.

The system consists of two components: testing and analyzing modules. The testing module implements various methods for determining the dominant motivational attitudes of the individual, in particular, the method proposed by Sh. Ritchie and P. Martin. The analyzing module processes the data obtained during testing using multidimensional statistical methods, such as cluster, factor, variance, and correlation analysis.

When creating the prototype, the integrated software development environment Microsoft Visual Studio 2017 was used, among the features of which should be highlighted the simplicity of creating a graphical user interface, independence from computer operating systems, connecting various third-party libraries, writing SQL queries to the database.

The article demonstrates working with the system using specific examples. The results of the application of statistical methods are shown, which allow the employer to see the picture of the motivational profiles of employees and make reasonable conclusions for the formation of the most effective team of software developers.

Keywords: information technologies, motivation, psychological profile of a person, software and information system, multidimensional data analysis, software development team, Microsoft Visual Studio.

Введение

XXI век – век цифровых технологий. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 года №1632-р утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации», определяющая цели, задачи, направления и сроки реализации основных мер государственной политики по созданию необходимых условий для развития в России цифровой экономики, в которой данные в цифровом виде являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности [1].

Согласно этому закону организации, осуществляющие разработку программного обеспечения, пользуются всё большим спросом на рынке труда, при этом их деятельность чаще всего строится на групповой работе сотрудников.

Люди, занятые какой-либо деятельностью в современных организациях, особенно в сфере ИТ-технологий, как правило, гораздо более образованны и амбициозны, чем в других областях производства, соответственно мотивы их трудовой деятельности более сложны для воздействия. Управлять персоналом в подобном коллективе – сложная и многоплановая работа, которая направлена на достижение высокого уровня результатов деятельности организации.

Для успешной реализации крупного проекта необходимо обеспечение четкой координации действий членов команды разработчиков, имеющих разные профессиональные навыки, квалификацию. По этой причине при подготовке специалистов и расстановке кадров необходимо учитывать возможную структуру команд. Кроме того, эффективность работы коллектива, чаще всего, зависит от мотивирующих факторов членов команды.

В связи с тем, что мотивационные профили личности работников сильно различаются, в коллективе разработчиков могут возникать конфликтные ситуации, споры [3]. Таким образом, становится актуальной проблема определения мотивационной структуры личности специалиста, занятого в сфере ИТ-технологий [5].

Мотивация рассматривается как процесс активизации мотивов работников (внутренняя мотивация) и создания стимулов (внешняя мотивация) для их побуждения к эффективному труду [6]. Цель мотивации – сформировать такие условия, которые будут побуждать человека, при помощи различных действий, достичь конечного результата с максимальной эффективностью.

В настоящее время разработка системы мотивации персонала требует новых подходов, базой которых является как теоретическое изучение самой системы [4], так и эмпирическое исследование с последующей статистической обработкой полученных результатов.

Целью исследования является разработка программно-информационной системы, позволяющей проводить психологические эксперименты в форме тестирования и анализировать их результаты с помощью многомерных статистических методов.

Материалы и методы

Методы исследования: анкетирование, тестирование, кластерный, дисперсионный, корреляционный анализ данных.

Базой для организации исследования стал факультет математики и информационных технологий Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева, а в качестве респондентов выступили студенты, обучающиеся по направлению подготовки «Программная инженерия» (бакалавриат и магистратура).

Результаты исследования и их обсуждение

В основу представленной работы положена методика изучения мотивационного профиля личности, предложенная Ш. Ричи и П. Мартином. Разработанный указанными авторами тест позволяет определить соотношение мотивационных факторов конкретной личности, что дает возможность руководителю максимально эффективно управлять персоналом. Респонденту предлагается анкета, состоящая из 33 утверждений. Каждое утверждение содержит в себе 4 варианта ответа. Тестируемый должен распределить 11 баллов между предложенными вариантами. Если какой-то ответ нравится больше остальных, то допускается присваивание ему 11-ти баллов, но в таком случае, трём другим присваивается 0. После анкетирования по ключу к тесту [2] определяется мотивационный профиль личности тестируемого, отражающий соотношение 12 материальных и моральных мотивационных факторов [2].

В разработанной системе перед прохождением тестирования респонденту необходимо идентифицироваться, после чего можно непосредственно перейти к началу теста.

При тестировании пользователю показываются утверждения, несколько вариантов ответа и возможность оценить вариант по своему предпочтению. Шкала оценивания выполнена в цвете, где 0 – фиолетовый, означающий безразличие и 11 – красный, символизирующий большую значимость для респондента. С правой стороны расположен статус прогресса теста, который показывает номер вопроса и количество оставшихся баллов на данное утверждение (см. рисунок 1).

Рисунок 1 – Тестирование: начальный вид формы

Пользователь не может перейти к следующему вопросу, пока не распределит все 11 баллов между предложенными вариантами ответов:

Тест

Я полагаю, что мог бы внести большой вклад на такой работе, где...

а) хорошая заработная плата и прочие виды вознаграждений.

б) имеется возможность установить хорошие взаимоотношения с коллегами по работе.

в) я мог бы влиять на принятие решений и демонстрировать свои достоинства как работника.

г) у меня есть возможность совершенствоваться и расти как личность.

Информация

Базарнов Дмитрий Валериевич
Тестирование: 00:00:39
Вопрос: 1 из 33

1 из 33
Баллов: 0

Рисунок 2 – Тестирование: конечный вид формы с ответами респондента

После успешного завершения теста респондент может посмотреть свой мотивационный профиль, который представлен гистограммой, отражающей полученное для него соотношение значимости мотивационных факторов:

Рисунок 3 – Мотивационный профиль респондента

Из рисунка 3, следует, что наиболее значимым для респондента является фактор № 12 (Потребность в ощущении востребованности в интересной общественно полезной работе), а наименее значимыми – факторы № 8 (Потребность во влиятельности и власти, стремление руководить другими) и фактор № 4 (Потребность в социальных контактах: общение с широким кругом людей, легкая степень доверительности, тесных связей с коллегами). Следовательно, данного сотрудника будет целесообразнее назначать не на руководящие должности, а на выполнение индивидуальных поручений, при успешном выполнении которых он может получить моральное удовлетворение и общественное признание результатов своей работы.

Для руководителя организации в программной системе доступны функции просмотра результатов тестирования по каждому сотруднику (см. рисунок 3), либо по каждому фактору (см. рисунок 4). В последнем случае строится гистограмма, отображающая разброс респондентов по баллам в рамках конкретного фактора. По оси абсцисс отмечаются интервалы изменения баллов, поставленных респондентами по

данному фактору, а по оси ординат – частота встречаемости данного интервала среди протестированных сотрудников.

Из рисунков 4, 5 следует, что, фактор № 1 (Потребность в высокой заработной плате и материальном вознаграждении) для респондентов является более значимым, чем фактор № 4 (Потребность в социальных контактах: общение с широким кругом людей, легкая степень доверительности, тесных связей с коллегами), так как гистограмма на рисунке 4 расположена правее (в сторону более высоких баллов), чем на рисунке 5.

Рисунок 4 – Распределение сотрудников по фактору № 1

С другой стороны, значительная часть респондентов (29 из 35) фактор 4 оценивают одинаково значимо, то есть предпочитают работать в коллективе единомышленников:

Рисунок 5 – Распределение сотрудников по фактору № 4

Для определения структуры коллектива разработчиков программного обеспечения, т.е. разбиения сотрудников на отдельные группы по мотивационным установкам можно применить кластерный анализ данных. Пример проведенного

кластерного анализа для группы студентов направления подготовки «Программная инженерия», обучающиеся в МГУ им. Н. П. Огарёва приведен на рисунке 6.

Рисунок 6 – Результат кластерного анализа

В первой таблице приведены средние значения четырех сформированных кластеров для каждого из мотивационных факторов.

Во второй таблице абсолютным числам первой таблицы поставлены в соответствие качественные характеристики, что сделано для удобства последующих выводов. Под таблицами находится список всех респондентов, сгруппированных по кластерам.

В качестве примера интерпретации результатов рассмотрим первый и второй кластеры.

Для сотрудников первого кластера наибольшее значение имеет профессиональный и личностный рост (фактор 11 – высокий), при этом материальный фактор играет второстепенную роль (фактор 1 – низкий). Кроме того, низкая оценка факторов 9 и 10 («Потребность в разнообразии, переменах и стимуляции» и «Потребность быть креативным, открытым для новых идей»), означает, что сотрудник предпочитает совершенствоваться в достаточно ограниченной предметной области профессиональной деятельности; большинство факторов, а именно 7 из 12, для этого кластера имеют среднюю степень выраженности.

Второй кластер с самым большим количеством факторов, имеющих высокий уровень (5 факторов из 12): это 1 – «Потребность в высокой заработной плате и материальном вознаграждении»; 3 – «Потребность в четком структурировании работы, наличии обратной связи и информации, позволяющей судить о результатах своей работы»; 7 – «Потребность ставить для себя дерзновенные сложные цели и достигать их»; 9 – «Потребность в разнообразии, переменах и стимуляции»; 10 – «Потребность быть креативным, открытым для новых идей».

Таким образом, сотрудники, составляющие второй кластер, являются в некотором смысле антиподами сотрудников первого кластера. Это нестандартно мыслящие люди, способные посмотреть на проблему с новой стороны, предложить нетривиальное решение, проявить креативный подход. При этом они справедливо заинтересованы в высоком материальном стимулировании своего труда.

Анализируя результаты тестирования, можно предположить наличие взаимосвязи между отдельными факторами. Для проверки этой гипотезы воспользуемся методом корреляционного анализа данных.

В разработанной программной системе исходными выборками для проведения корреляционного анализа являются разновозрастные группы студентов направления подготовки «Программная инженерия». Так, на рисунках 7 и 8 представлены матрицы парных коэффициентов корреляции для студентов 1 и 4 курса бакалавриата соответственно, а на рисунках 9 и 10 выделены только достоверные значения коэффициентов корреляции.

Рисунок 7 – Матрица парных коэффициентов для 1-го курса бакалавриата

Рисунок 8 – Матрица парных коэффициентов для 4-го курса бакалавриата

Рисунок 9 – Матрица достоверных парных коэффициентов для 1-го курса бакалавриата

Рисунок 10 – Матрица достоверных парных коэффициентов для 4-го курса бакалавриата

Полученные коэффициенты взаимосвязи были использованы для определения структуры мотивационного профиля. Так, в случае доказанной положительной взаимосвязи двух факторов воздействие руководителя на один из них будет приводить к соответствующему изменению парного фактора. При отрицательной же взаимосвязи уменьшение негативного (с точки зрения эффективности командной работы) фактора может способствовать повышению позитивного фактора.

Результаты корреляционного анализа были сведены в следующую таблицу:

Таблица 1

Результаты корреляционного анализа

	Отношение числа предположительно достоверных коэффициентов корреляции к общему числу коэффициентов корреляции	Отношение числа доказано достоверных коэффициентов корреляции, к общему числу коэффициентов корреляции
Бакалавры 1-го курса	26/66	11/66
Бакалавры 4-го курса	35/66	23/66

Для студентов 1 курса было получено 13 значений, превышающих 0,5 и 13 значений меньше -0,5, всего отношение составило 26/66, причём 15 коэффициентов оказались недостоверными.

Для студентов 4 курса было получено 15 значений, превышающих 0,5 и 20 значений меньших -0,5, всего отношение составило 35/66, причём 12 коэффициентов оказались недостоверными.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: мотивационный профиль студентов, обучающихся по направлению подготовки «Программная инженерия», изменяется в соответствии с повышением уровня образования, а именно:

- увеличивается количество достоверно взаимосвязанных факторов;
- для отдельных пар факторов изменяется направление корреляционной взаимосвязи [7].

Например, в начале обучения факторы 4 (потребность в социальных контактах) и 8 (потребность во влиятельности и власти) имеют высокий коэффициент взаимосвязи (0,8712), что показывает стремление студента к самоутверждению в новом для него коллективе; в конце обучения этот коэффициент резко уменьшается и становится недостоверным (0,1317), что свидетельствует о понимании студентом проблематичности совмещения этих факторов. Отрицательная взаимосвязь (коэффициент корреляции равен -0,9083) между факторами 4 и 12 (потребность в ощущении востребованности в интересной общественно полезной работе) характерна для не вполне сформировавшихся личностей, какими и являются в большинстве своем студенты 1-го курса, затем этот коэффициент меняет свою направленность и становится недостоверным (0,3072), что говорит об изменении приоритетов в профессиональной деятельности выпускников вузов.

С повышением профессионального уровня студентов увеличивается потребность в саморазвитии и творчестве, на это указывает высокое значение коэффициента корреляции (0,8528) между факторами 9 (потребность в разнообразии, переменах и стимуляции) и 10 (потребность быть креативным, открытым для новых идей). Наличие обратно пропорциональной зависимости (-0,8988) между факторами 2 (потребность в хороших условиях работы и комфортной окружающей обстановке) и 7 (потребность ставить для себя дерзновенные сложные цели и достигать их) свидетельствует о том, что в данной возрастной категории фактор наличия комфортных условий работы не является приоритетным для достижения поставленных целей.

Помимо корреляционного анализа в программной системе реализован дисперсионный анализ данных, направленный на сравнение мотивационных профилей студентов разных возрастов, либо на сравнение средних показателей для различных факторов. В результате применения однофакторного дисперсионного анализа были получены результаты, представленные на рисунках 11, 12:

Рисунок 11 – Дисперсионный анализ по факторам

Рисунок 12 – Дисперсионный анализ по возрасту

Выводы

Предложенная программная система позволяет автоматизировать составление психологического профиля сотрудника, что способствует наиболее эффективному формированию оптимальной команды для коллективной работы, в частности, при разработке крупных программных продуктов. Области применения данной разработки могут быть: расстановка сотрудников руководителем для работы над совместным проектом, формирование кадрового резерва организации, диагностика возможных взаимоотношений соискателя при приеме на работу с уже сложившимся коллективом, определение возможной специализации студентов старших курсов в соответствии с их мотивационными установками [8].

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р 1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 12.06.2018).
2. Ричи Ш., Мартин П. Управление мотивацией: Учеб. пособие для вузов. М.: Юнити-Дана, 2004. 399 с.
3. Колесникова А. Н. Роль управления мотивацией трудовой деятельности в системе управления персоналом // Экономика и социум. 2019. № 10 (65). С. 212-216.
4. Большакова Е. М. Современные модели и методы мотивации, применимые в процессе управления персоналом // Бенефициар. 2018. № 19. С. 31-33.
5. Ойкина Г. И., Ирдинкина Л. С. Актуальные вопросы инженерной психологии в условиях развития цифровой энергетики // Главный энергетик. 2020. № 1. С. 72-75.
6. Синюк Т. Ю., Казимирова Н. Г. КРП и КТУ как базис формирования мотивационной части сотрудников современной организации // Вестник Академии знаний. 2020. № 2 (37). С. 306-309.
7. Рябухина Е. А., Фирсова С. А. Применение корреляционного анализа для исследования мотивации к предстоящей профессиональной деятельности студентов, обучающихся по направлению подготовки "Программная инженерия" // Вестник современных исследований. 2018. № 6.3 (21). С. 284-289.
8. Елсакова Р. З., Батина Е. В., Семенова Я. В., Раимбаев Б. Б. Конструирование модели формирования готовности будущих магистров программной инженерии к профессиональной коммуникации // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. 2019. Т. 11. № 2. С. 101-113.

Шавтикова Л.М., Мусакаев И.М.**Разработка web – сайта «Помощник системного администратора»***Северо-Кавказская государственная академия
(Россия, Черкесск)**doi: 10.18411/lj-07-2021-14***Аннотация**

В статье рассматривается возможность применения браузерного приложения для большого числа системных администраторов, так как в современном Рунете готовых решений, содержащих всеобъемлющую информацию о журналировании компьютерной техники практически нет.

Разработка позволяет пользователям обмениваться новостями и обсуждать их между собой. Назначать и обсуждать поставленные перед отделом задачи. Вести журнал инвентаризации компьютерной техники и всегда быть в курсе кто за каким компьютером и с каким ip адресом сидит.

Ключевые слова: браузерное приложение, ip адрес, журналирование, компьютерная техника администрирование.

Abstract

The article considers the possibility of using a browser application for a large number of system administrators, since there are practically no ready-made solutions in the modern Runet that contain comprehensive information about logging computer equipment.

The development allows users to exchange news and discuss them among themselves. Assign and discuss tasks assigned to the department. Keep a log of the inventory of computer equipment and always be aware of who is sitting at what computer and with what ip address.

Keywords: browser application, ip address, logging, computer equipment administration.

Развитие техники вызывает появление новых программных продуктов, внедряются все больше и больше языков программирования. Все они рассчитаны в первую очередь на целевую аудиторию.

Всемирная сеть тоже не стоит на месте и активно развивается. Если несколько десятков лет назад интернет являлся небольшой частной сетью, то теперь это огромная система взаимосвязанных компьютеров, жизнь без которой современным людям, представить будет невозможно.

Для разработки сайтов используют два подхода:

- на основе компилируемых модулей;
- на основе интерпретируемых сценариев.

Компилируемые модули – это модули типа CGI, которые транслируются в исполняющие скрипты, файлы и выполняются сервером. Первыми web- приложениями были отдельные модули CGI. Результатом выполнения модулей является обыкновенный HTML файл, отображаемый в браузере пользователя.

Подход на основе интерпретируемых сценариев – это разработка сайтов с применением серверных скриптов, иногда называемые языки сценариев. Код сценариев является интерпретируемым кодом. Наиболее распространённые языки скриптов: Perl, ASP, JSP, PHP, Cold Fusion, Python.

Как и при первом подходе, при запросе пользователя на сервере генерируется HTML файлы и открывается на стороне пользователя, типы серверных скриптов определяется по формату файлов (.php, .asp, .aspx, .jsp, .cfm).

В зависимости от технических задач выбирают тот или иной язык серверных скриптов. Для создания малых или средних web - приложений лучше использовать PHP.

PHP (/pi:.eɪtʃ.pi:/ англ. PHP: Hypertext Preprocessor — «PHP: препроцессор гипертекста». Первоначально PHP/FI (Personal Home Page / Form Interpreter), а позже названный Personal Home Page Tools[— «Инструменты для создания персональных web-страниц») – это скриптовый язык, имеющий большую популярность при создании динамических сайтов. Поддерживается большинством хостинг провайдеров и является лидером среди языков. Достоинствами является свободное использование, имеет открытые исходные коды и работает во всех платформах.

Для работы динамического сайта используют CMS (Content Management System) – систему управления сайтом называют «Движком» сайта».

Web сервер — это программа, которая предназначена для обработки запросов к сайтам и отправки пользователям страниц web-сайтов. Один из популярных web-сервера это AppServ.

AppServ – это сборка инструментов для разработки сайтов, содержащая Apache, MySQL, интерпретатор скриптов PHP, phpMyAdmin и другие дополнения.

Для того чтобы создать движок сайта необходимо создать базу данных через панель phpMyAdmin. Для этого, в панель управления через браузер по адресу localhost/phpMyAdmin/ нужно ввести логин root и пароль, который был указан при установке AppServ. Далее открывается главная страница панели управления phpMyAdmin, где необходимо создать базу данных для движка задав сравнение utf8_general_ci. Для подключения движка к базе данных необходимо создать пользователя, для чего нужно перейти на главную страницу панели управления в раздел «привилегии».

Меню сайта содержит пять пунктов (Рисунок 1):

- главная - на этой странице находятся краткие новости и описание основных функций и самого сайта;
- задачи - здесь отображаются все технические задания, которые ставят перед собой системные администраторы;
- ip – адреса - на этой странице пользователь сможет посмотреть какие ip адреса и какой техникой заняты;
- компьютеры - на этой странице находится список компьютеров, добавленных в базу;
- о нас – размещена информация о руководстве.

Информация на сайте будет динамической, то есть она будет зависеть от базы данных, ведь вся информация хранится именно в базе данных. Система администрирования сайтом позволит пользователю добавлять, редактировать и удалять нужную информацию.

Данное web-приложение не умеет автоматически собирать необходимую информацию, поэтому актуальность информации на сайте зависит от самого пользователя. Управление сайтом было разработано максимально простым, для необходимых действий пользователю не придется долго искать нужную функцию.

После установки web-сервера на один из компьютеров организации, сайт станет доступным внутри сети организации по ip адресу компьютера, на котором установлен web-сервер.

Рисунок 1 – Главная страница сайта

Сегодня для любого системного администратора актуальны вопросы касательно техники в их организации, в связи с чем, можно уверенно сказать что данная разработка будет полезным источником информации о компьютерной техники в организации.

1. Алексеев А.. Введение в Web-дизайн. Учебное пособие. — М.: ДМК Пресс, 2019. — 184 с.
2. Гарретт Д. Веб-дизайн. Элементы опыта взаимодействия / Д. Гарретт. — СПб.: Символ-плюс, 2016. — 192 с.
3. Дакетт Д. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов. — М.: Эксмо, 2019. — 480 с.
4. Диков А. В. Клиентские технологии веб-дизайна. HTML5 и CSS3. Учебное пособие. — М.: Лань, 2019. — 188 с.
5. Дэвид Макфарланд. Новая большая книга CSS. — М.: Питер, 2018. — 720 с.
6. Кирсанов Д. Веб-дизайн: книга Дмитрия Кирсанова / Д. Кирсанов. — М.: Символ, 2017. — 368 с.
7. Киселев С.В. Веб-дизайн / С.В. Киселев. — М.: Academia, 2019. — 285 с.

Шевелев А.М., Рысин М.Л.

Практические приёмы создания виртуального коворкинга для разработчиков программного обеспечения

*РТУ МИРЭА
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-15

Аннотация

В статье рассматриваются этапы создания элементов виртуального коворкинга для разработчиков программного обеспечения. Авторами была показана структура типовой организации, разрабатывающей программное обеспечение, проанализированы требования к системе виртуального коворкинга, спроектирована архитектура программной системы, реализованы её компоненты.

Ключевые слова: виртуальный коворкинг, реактивное программирование, клиент-серверная архитектура, реляционные базы данных.

Abstract

The article discusses the stages of creating the virtual coworking elements for software developers. The authors showed a structure of a typical software developing company, analyzed the requirements for the virtual coworking system, designed the program system architecture, created its components.

Keywords: virtual coworking, reactive programming, client-server architecture, relational databases.

На сегодняшний день невозможно представить жизнь современного человека и в России и за её пределами без доступа к сети Интернет [1]. Оценить огромную роль Интернета смог каждый житель Земли в связи с наступлением пандемии COVID-19. Большой процент работающего населения был переведен в удаленный режим работы, студенты и школьники – на дистанционное обучение с использованием средств аудио- и видео- общения (Zoom, Skype, Google Meet).

Свои новшества и в современной организации бизнеса. Многие компании переоборудуют свои офисы в openspace-пространства, возрос процент коворкингов – оборудованных помещений с необходимой инфраструктурой, где можно арендовать рабочее место для учебы или работы на необходимое время.

К сожалению, пандемия затянулась, и ограничения, связанные с эпидемиологической обстановкой, в той или иной мере, остаются с человечеством до сих пор. В среде IT-разработки это может привести к увеличению сроков, и как следствие, увеличению стоимости продукта.

Объективно обусловлена потребность в виртуальной среде, которая будет считаться некоторой социальной сетью для программистов, и будет содержать необходимую функциональность для совместной комфортной разработки ПО.

В состав организации, профессионально занимающейся разработкой сложного ПО, входит множество людей.

Часто структура типовой команды разработчиков ПО состоит из менеджера проекта, команды дизайнеров, команды frontend и backend разработчиков, команды инженеров по обеспечению качества.

Модель бизнес-процесса «Создание программного обеспечения» в нотации IDEF0 представлена на рис. 1.

Рис. 1 – бизнес процесс «Создание ПО». Верхний уровень.

Декомпозиция её верхнего уровня состоит из следующих блоков, которые являются этапами жизненного цикла ПО (рис. 2): формирование требований к ПО, проектирование, реализация, тестирование, эксплуатация и сопровождение.

Рис. 2 – Декомпозиция бизнес-процесса «Создание ПО»

На основе полученных диаграмм можно заметить, что работники такой компании находятся постоянно в контакте с коллегами как из своего отдела, так и из соседнего.

Например, дизайнер может внести правки в макет приложения после проведения юзабилити-тестирования, и фронтенд-разработчик должен узнать об этом как можно скорее. Также менеджер проекта должен участвовать в управлении проектом на всех этапах жизненного цикла программы, начиная от формирования требований до внедрения в эксплуатацию и последующей поддержки приложения, чтобы команда успела сделать приложение в срок, оговоренный заказчиком и удостоверенным в техническом задании.

Внедрение разрабатываемого приложения позволит избежать временных простоев при коммуникации разработчиков.

В настоящий момент на рынке существует ограниченное количество продуктов, помогающих разработчикам взаимодействовать между собой – GitHub, JsFiddle, Яндекс.Переговорки, StackOverFlow. Каждое из таких решений обладает своими достоинствами и недостатками, анализ которых приводит к выводу, что не существует программной системы, полностью покрывающей требования предприятия, и соответственно возникает необходимость в новых программных разработках в этой сфере.

Согласно определению, данному Иеном Соммервилем и Питом Сойером, требование – это спецификация того, что должно быть реализовано в рамках программы. Требования являются ограничениями в процессе разработки системы, в них описаны её поведение, свойства и атрибуты [2].

В результате анализа требований получают спецификации разрабатываемого ПО, которые содержат постановку решаемых задач, уточняют их взаимодействие и являются основой для создания технического задания. Существует два подхода к построению моделей этапа анализа и определения спецификаций: структурный и объектно-ориентированный подход [3,4].

В рамках последнего представлены спецификации в форматах диаграммы прецедентов (рис. 3) со сценариями и диаграммы деятельности для варианта использования «Создание чата» (рис. 4).

Рис. 3 – Диаграмма прецедентов предметной области

Анализ требований, в свою очередь, позволил определить в техническом задании, что разрабатываемая система должна являться приложением с клиент-серверной архитектурой.

Для реализации клиентской части программной системы должны быть использованы средства, отвечающие современным стандартам W3C: язык гипертекстовой разметки HTML5, язык разметки каскадной таблицы стилей CSS3, библиотека реактивных компонентов React, фреймворк Bootstrap.

Рис. 4 – Диаграмма деятельности для варианта использования «Создание чата»

Вся нагрузка по обработке бизнес-логики, хранению пользовательских данных, обеспечении аутентификации и регистрации ложится на сервер, который представляет собой REST API, написанное на Node.js с помощью фреймворка Express.js.

База данных сайта – служит для хранения данных пользователей и представима набором SQL-скриптов [4].

В результате исследования предметной области базы данных были выделены следующие сущности: Пользователь; Участник; Устройство; Доступ; Список_блокировки; Диалог; Удаленный диалог; Удаленное сообщение; Сообщения; Контакты. На рис. 5 представлена соответствующая даталогическая модель этой базы данных.

В ходе выполнения работы мы будем использовать следующий инструментарий: Ramus для моделирования бизнес-процессов, Figma для проектирования макетов клиентской части и Microsoft Visual Studio Code для написания программного кода.

На основании даталогической модели были созданы скрипты создания таблиц, реализованные на PostgreSQL. В базе данных используются все три основных вида связи. Для примера рассмотрим процесс создания таблицы «Пользователь» (листинг 1), и её заполнение (листинг 2).

Рис. 5 – Даталогическая модель базы данных

Листинг 1

SQL-скрипт создания таблицы:

```
CREATE TABLE "Пользователь"(  
  ID INT,  
  phone VARCHAR(16),  
  email VARCHAR(255),  
  password VARCHAR(40),  
  first_name VARCHAR(20),  
  last_name VARCHAR(20),  
  middle_name VARCHAR(20),  
  verification_code VARCHAR(6),  
  is_active BOOL,  
  is_reported BOOL,  
  created_at TIMESTAMP,  
  updated_at TIMESTAMP,  
  PRIMARY KEY(ID)  
)
```

Листинг 2

SQL-скрипт вставки данных в таблицу:

```
INSERT INTO Пользователь VALUES(1, '79999999', 'sh@ya.ru', '12345', 'Alex',  
'Shevelev', 'Olegovich', '220907', true, false, now(), now())  
INSERT INTO Пользователь VALUES(3, '7777777', 'student@mirea.ru', '45qwwe',  
'Polina', 'Ivanova', 'Valerevna', '909087', true, false, now(), now())  
INSERT INTO Пользователь VALUES(3, '7777777', 'student@mirea.ru', '45qwwe',  
'Polina', 'Ivanova', 'Valerevna', '909087', true, false, now(), now())
```

Клиентская часть реализована с помощью UI-библиотеки компонентов React. React имеет обширную экосистему, которая состоит из самого React, React-DOM для управления виртуальным DOM'ом, React-Router, отвечающий за маршрутизацию.

Язык разметки JSX – это расширение языка гипертекстовой разметки HTML, который более похож на смесь HTML и XML.

Проект Single Page Application будет использовать библиотеку реактивных компонентов React и реализовывать Flux-архитектуру благодаря использованию библиотеки Redux [5].

Рассмотрим компоненты более подробно.

Так, например, компонента Dialogs состоит из компонент Dialog, представляющего список чатов с пользователями, и Message, представляющего конкретный диалог с конкретным программистом (рис. 6).

Рис. 6 – Компонента Dialogs

Обратим внимание на Листинг 3.

Листинг 3

Компонента «Dialogs»:

```
import React from 'react';
import Dialog from './Dialog/Dialog';
import s from './Dialogs.module.css';
import Message from './Message/Message';

const Dialogs = (props) => {
  let dialogsArray = props.state.dialogsPage.dialogs.map((d) => <Dialog id={d.id}
name={d.name} />);
  let messagesArray = props.state.dialogsPage.messages.map((m) => <Message
text={m.message} />);

  let messageRef = React.createRef();

  const addMessage = () => {
    props.addDialogMessage(messageRef.current.value);
    messageRef.current.value = "";
  }

  const changeMessageHandler = () => {
    props.changeDialogMessage(messageRef.current.value);
  }

  return <div className={s.dialogs_wrapper}>
    <div className={s.dialogs}>
      {
        dialogsArray
      }
    </div>
    <div className={s.messages}>
      {
        messagesArray
      }
    </div>
    <textarea ref={messageRef} value={props.state.dialogsPage.newMessage}
onChange={changeMessageHandler}></textarea>
    <button onClick={addMessage}>Отправить</button>
  </div>
}
export default Dialogs;
```

Используя Node.js и фреймворк Express.js, можно реализовать API в RESTful-подходе для взаимодействия с пользователем. REST-стиль особенно удобен при создании Single Page Application.

В качестве примера разберём функцию (Листинг 4), которая отправляет запрос к базе данных и получает все объекты.

Листинг 4

Вывод всех пользователей:

```
async function GetUsers() {
  const response = await fetch("/dialogs/users", {
```

```

method: "GET",
headers: { "Accept": "application/json" }
});
if (response.ok === true) {
  const users = await response.json();
  let rows = document.querySelector("tbody");
  users.forEach(user => {
    rows.append(row(user));
  });
}

```

Протестируем полученную программную систему на быстродействие, отклик системы и соответствие семантическим нормам. В этом нам помогут сервисы Google PageSpeed Insights и W3C Validator.

Проведенный анализ показал, что, несмотря на небольшие недочеты, наше веб-приложение загружается максимально быстро (рис. 7). Например, время, в течение которого страница становится полностью готова к взаимодействию с пользователем равняется меньше одной секунды, что является успешным показателем.

Рис. 7 – Тестирование в Google PageSpeed Insights

Проверка разметки – важный шаг к обеспечению технического качества веб-страниц. Консорциум World Wide Web разработал специальный валидатор (рис. 8), который позволяет проверять HTML разметку на предмет семантических норм [6].

Рис. 8 – Тестирование в W3C Validator

Как можно заметить, валидатор не заметил серьезных проблем в программной системе и советует обрамлять тег `<section>` одним из заголовков `<h2-h6>`.

С тестированием на предмет соответствия современной семантической верстке и проверкой быстродействия программная система справилась отлично.

Таким образом, получена клиент-серверное решение для виртуального коворкинга, предназначенное для повышения эффективности разработки ПО.

1. Г.И. Абдрахманова, О.Е. Баскакова, К.О. Вишневы, Л.М.Голхберг и др / Тенденции развития интернета в России и зарубежных странах: аналитический доклад [Электронный ресурс]. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/345060549.pdf> (дата обращения 12.06.2021).
2. Вигерс К., Бигги Д. Разработка требований к программному обеспечению – СПб: «Русская редакция», 2019 – 736 с.
3. Забродин, А. В. Основы проектирования информационных систем с помощью языка UML: учебное пособие / А. В. Забродин, В. П. Бубнов. — СПб.: ПГУПС, 2018. — 46 с.
4. Рудаков А.В., Федорова Г.Н. Технология разработки программных продуктов. Практикум: учебное пособие для студентов. – Москва: «Академия», 2017 – 192 с.
5. Хортон, А. Разработка веб-приложений в ReactJS / Перевод с английского Р. Н. Рагимова. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 254 с.
6. Валидатор W3C [Электронный ресурс] URL: <https://developers.google.com/speed/docs/insights/v5/about?hl=ru> (дата обращения 12.06.2021).

РАЗДЕЛ III. БИОЛОГИЯ

Бацазова Т.М., Шалыгина А.А.

Особенности и перспективы возделывания сорго в предгорной зоне РСО-Алания

*Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал ФГБУН Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук»
(Россия, Владикавказ)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-16

Аннотация

Как культурное растение сорго известно с доисторических времен. Преимущественно его возделывают для получения продовольственного и кормового зерна. В Северо – Осетинской республики сорго возделывается в основном на силос и зеленый корм. Сорго ценится не только за высокие урожаи и приспособленность к засухе, оно обладает прекрасными кормовыми достоинствами. Зеленая масса сорго, начиная с фазы интенсивного роста до полного созревания зерна, сочна, нежна и питательна. В ней содержится 70 – 80% влаги, 3,5 – 5,0% протеина, 0,8 – 1,0% жира, 10 – 18 сахаров и сравнительно мало клетчатки (6 – 8%). В соке стеблей содержится от 14 до 18% сахара, что благоприятствует сбраживанию трудносiloсуемых культур и сухих компонентов [1,3,4]. Цель исследований состояла в получении экспериментальных данных этой культуры, а также уточнить особенности ее возделывания в данном регионе.

Ключевые слова: сорго, урожайность, зеленая масса, гербицид, сорняки, культивация.

Abstract

Sorghum has been known as a cultivated plant since prehistoric times. It is mainly cultivated for food and feed grain. In the North Ossetian Republic, sorghum is cultivated mainly for silage and green fodder. Sorghum is valued not only for high yields and adaptability to drought, it has excellent feed qualities. The green mass of sorghum, starting from the phase of intensive growth until the grain is fully ripe, is juicy, tender and nutritious. It contains 70-80% moisture, 3.5-5.0% protein, 0.8-1.0% fat, 10-18 sugars and relatively little fiber (6-8%). The juice of the stems contains from 14 to 18% sugar, which favors the fermentation of hard-to-digest crops and dry components. The purpose of the research was to obtain experimental data on this crop, as well as to clarify the features of its cultivation in this region.

Keywords: sorghum, yield, green mass, herbicide, weeds, cultivation.

Из сорго производят травяную муку, корма резку, силос, со сплошных посевов, получается высококачественное сено. Сорго, после скашивания, в фазе выбрасывания метелки дает отаву, урожай зеленой массы которой достигает 150-200ц/га и более. По кормовым достоинствам сорго приближается к кукурузе. В 100кг зерна содержится 118 кг к.е., а в зеленой массе – 22 – 25 к.е. [2,5].

Ценной биологической особенностью сорго является способность его при особо сильной засухе приостанавливаться в росте, однако, с наступлением благоприятной погоды вновь расти без значительного снижения урожая. В тоже время такие кормовые культуры, как кукуруза, соя, многолетние травы в этих условиях резко ограничивают свою продуктивность. Это объясняется тем, что для построения единицы сухого вещества оно расходует меньше воды, чем клеверина в 4 раза, подсолнечник в 3, овес в 2, кукуруза в 1,5 раза. Низкий транспирационный коэффициент, узкие и длинные листья, восковой налет на растениях, высокое содержание в соке сахаров – все это

указывает на устойчивость и приспособленность сорго к произрастанию в условиях сухого климата юга России [6,7].

Несмотря на то, что в предгорьях Северного Кавказа сумма активных температур не превышает 2900 – 3300 градусов, и выпадает от 500 – 700 мм осадков, летом (июль – август) бывают периоды без дождей, достигающие 30 – 40 дней. Небольшая влагоемкость предгорных почв, близкое залегание галечника приводят к тому, что в сухое летнее время содержание влаги быстро снижается до уровня мертвого запаса (10 – 15%). В этих условиях на неорошаемых землях целесообразно размещать сахарное и зерновое сорго, которые лучше других культур переносят периодические засухи [8,9].

Опытное поле расположено в предгорной зоне РСО – Алания. Количество выпадающих осадков за год, составляет 600мм. Почвы опытного участка представлены выщелоченным черноземом, подстилаемым галечником. Реакция почвенного раствора слабокислая и близка к нейтральной. Предметом исследований являлась сорго сорт Татьяна.

Результаты исследований. Установлено, что большинство сортов и гибридов сорго отличаются медленным ростом в начале вегетации. Это способствует зарастанию посевов в период всходов сорняками. В основном только по этой причине сорго крайне медленно внедряется в производство. Почти каждое хозяйство республики в последнее годы пыталось возделывать его, но из-за высокой засоренности полей и малой конкурентоспособности культуры получали низкие урожаи.

В результате исследований установлено большое видовое разнообразие сорного компонента агроценозов, количество однолетних сорняков за период вегетации культуры значительно уменьшается, а многолетних увеличивается или остается на прежнем уровне.

Применение гербицида обеспечило значительное очищение посевов сорго от сорной растительности. В варианте с внесением гербицида под предпосевную культивацию полной нормой, боронование после посева и по всходам сорго, две междурядные культивации не привело к увеличению массы сорного компонента и составила 31шт/м². Резкое снижение засоренности растений дала возможность посевам сорго избавиться от сорняков путем проведения боронований после посева, спустя 5 – 6 дней и по всходам при наличии 3 – 4 листочков. При этом была уменьшена вдвое и норма внесения гербицида триазиновой группы (симазин), что видно из данных таблицы 1.

Таблица 1

Урожайность зеленой массы сорго в зависимости от нормы гербицида и мероприятий по уходу за посевами, ц/га (2018 -2019гг).

Варианты	В среднем за 2 года				
	Засорен. Перед первой междуряд. обр., шт/м ²	Урожай зеленой массы	Сухое в-во	Корм.ед.	Перевар. протеин
1. Внесение гербицида под предпосевную культивацию полной нормой, I-я междурядная культивация	46	726	204	193	8,1
2. Внесение гербицида под предпосевную культивацию полной нормой, боронование после посева и по всходам сорго, II-е междурядные культивации	31	767	174	164	7,3
3. Внесение гербицида под предпосевную культивацию 50% нормы, боронование после посева и по всходам	33	765	203	226	9,0

сорго, I-я культивация					
---------------------------	--	--	--	--	--

Самый высокий урожай зеленой массы (767ц/га) получен на втором варианте с внесением гербицида под предпосевную культивацию полной нормой, боронованием по всходам и две междурядные культивации.

Другие варианты опыта имели несколько ниже урожайности. Так вариант с внесением гербицида под предпосевную культивацию полной нормой и одну междурядную культивацию урожайность составила 726 ц/га, сухое вещество 204, кормовых единиц 193, переваримого протеина 8,1 ц/га.

Высокий показатель кормовых единиц 226 ц/га и переваримого протеина 9,- ц/га находился у варианта с внесением гербицида под предпосевную культивацию 50% нормы, боронование после посева и по всходам сорго, 1-я междурядная культивация.

Заключение.

1. Применение высокоэффективного гербицида триазиновой группы, оказывает эффективное воздействие на сорные растения и создает благоприятные условия для получения высоких урожаев сорго.
2. Проведение в условиях производства агротехнических мероприятий (боронование после посева и по всходам) позволяет значительно уменьшить засоренность полей. При этом сокращается на 50% применение гербицидов, уменьшается опасность загрязнения окружающей среды.
3. Применение этих простых приемов по уходу за посевами сорго позволяет ускорить внедрение его на поля нашей республики.

1. Адиньяев Э.Д., Абаев А.А., Мисик Н.А., Мамиев Д.М., Кучиев С.Э., Доева Л.Ю., Тедеева А.А., Кокоев Л.П., Шалыгина А.А. Схемы почвозащитных севооборотов в горных условиях РСО-Алания. Владикавказ. 2010. 28с.
2. Бекузарова С.А., Абиева Т.С., Тедеева А.А. Способ предпосевной обработки семян // Патент на изобретение RU 2270548 С1, 27.02.2006. Заявка № 2004126835/12 от 06.09.2004.
3. Бзиков М.А., Мисик Н.А., Мамиев Д.М., Доева Л.Ю., Шалыгина А.А. Биологизированная технология в Северной Осетии //Картофель и овощи. 2007. № 1. С. 15-16.
4. Исаков Я.И. Новые сорта сорго и сорго-суданковых гибридов // Селекция и семеноводство. 1973. № 6. С. 45-48.
5. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Кумсиев Э.И., Шалыгина А.А. Усовершенствованная структура посевных площадей для различных агроэкологических групп земель предгорной зоны// Научная жизнь. 2016. № 6. С. 37-46.
6. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Шалыгина А.А. Эффективность гербицидов и минеральных удобрений на посевах кукурузы в горной зоне РСО–Алания //Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50. № 3. С. 26-29.
7. Тедеева В.В., Абаев А.А., Тедеева А.А., Хохоева Н.Т. Показатели фотосинтетической деятельности нута в зависимости от способа посева, нормы высева и гербицида // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 1696.
8. Хохоева Н.Т., Тедеева А.А., Абаев А.А., Казаченко И.Г. Симбиотическая активность посевов фасоли в условиях предгорий Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50. № 3. С. 58-62.
9. Шепель Н.А. Комбинационная способность у сорго // В сборнике: Селекция и семеноводство сорго. Сборник научных трудов. Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства сорговых культур (ВНИИ сорго), (ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко), (ВНИПТИМЭСХ). Зерноград, 1985. С. 3-10.

Егорагин В.Г.

Факторы, обуславливающие оптимальный ход зимовки пчелиных семей и его закономерности

*ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»
(Россия, Нижний Новгород)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-17

Аннотация

Показана роль абиотических факторов в зимовке пчёл. Рассчитаны регрессионное уравнение связи силы пчелиной семьи с динамикой суточной нагрузки на кишечник отдельных пчёл, номинальная минимальная сила пчелиной семьи способная пережить холодный период года.

Ключевые слова: пчёлы, абиотические факторы зимовки, нагрузка на кишечник зимующей пчелы.

Abstract

The role of abiotic factors in the wintering of bees is shown. The regression equation of the relationship between the strength of the bee family and the dynamics of the daily load on the intestines of individual bees, the nominal minimum strength of the bee family able to survive the cold period of the year, is calculated.

Keywords: bees, abiotic factors of wintering, load on the intestines of a wintering bee.

Семьи медоносных пчёл представляют собой сообщества экологически пластичных по своей организации насекомых. Длительные эволюционные преобразования так изменили биохимию и физиологию пчелиного организма, внешне подкрепив их полезными этологическими приобретениями, что в итоге позволило медоносным пчёлам расселиться на огромной территории и даже занять некоторым её «ультра холодным» географическим расам территории вплоть до приполярных районов.

Очевидно, что в столь экстремальных для ведения пчеловодства районах с продолжительной зимовкой и безоблётным периодом, сама подготовка пчелиных семей к зимовке на всех её уровнях должна осуществляться более тщательно, с учётом многих факторов, влияющих на данный процесс. В подобной обстановке сама подготовка пчелиных семей к зимовке сопряжена с прохождением насекомыми нескольких естественно-физиологических уровней (или изменений): 1. Сезонные изменения, происходящие непосредственно в самом организме отдельных пчёл, включающие биохимический, физиологический и поведенческий уровни; 2. Внутрисемейные изменения, при вхождении в режим выживания во время периода формирования зимнего клуба пчёл, за счёт эффекта синергетической иррадиации индивидуальных сезонных изменений первого уровня на уровень пчелиной семьи – как суперорганизма в целом.

Какие же экологические факторы являются критичными для зимующих пчёл? Пчеловодная практика показывает, что главная причина неблагоприятной зимовки и гибели зимующих пчел кроется в повышенной влажности воздуха. Давно замечено, что в сырые, с оттепелями, туманами и большим количеством осадков зимы пчелы зимуют гораздо хуже, чем в сухие и морозные. Естественное увеличение потерь тепла клубом пчёл во время сырых, с влажным атмосферным воздухом, зим, приводит, образно говоря, к эффекту «раздевания» семей медоносных пчёл и понижению их энергетической эффективности.

В связи с вышеприведёнными факторами, с которыми сталкиваются семьи зимующих пчёл, не менее важно определить потенциальные способности малочисленных пчелиных семей к прохождению ими зимовки.

В данном исследовании предпринята попытка найти и проанализировать факторы и закономерности, влияющие на прохождение пчелиными семьями зимовки.

Сделана попытка рассчитать ту минимальную номинальную величину силы пчелиной семьи, благодаря которой малочисленные семьи пчёл потенциально способны пережить зимний период.

Для этого в начале исследования: в конце августа – начале сентября были искусственно сформированы десять пчелиных семей разной силы с матками сеголетками. Первая семья была подведена к зимовке с живой массой пчёл равной около 1000 г (соответственно 10 тыс. пчёл), занимала 4 обсиженных гнездовых дадановских (435 x 300 мм) рамок. Каждая последующая семья была на 500 г тяжелее (на 5 тыс. пчёл больше, а их гнездо было больше соответственно на 2 дадановские рамки).

Энергетические характеристики таких искусственно сформированных семей приведены в табл. 1.

Таблица 1

Энергетическая характеристика сформированных семей

Рамки, занятые пчёлами, шт.	Количество пчел, тыс.	Объем клуба, $\text{м}^3 \cdot 10^{-3}$	Диаметр клуба, м	Расход энергии на обогрев пчел $W, \text{Вт} \cdot \text{м}^3$	Выделение тепла одной пчелой, мВт	Выделение тепла семьёй, Вт
4	10	3,28	0,18	1481	0,48	4,86
6	15	4,92	0,21	1088	0,36	5,35
8	20	6,56	0,23	907	0,30	5,90
10	25	8,21	0,25	768	0,25	6,30
12	30	9,85	0,26	710	0,23	6,99
14	35	11,48	0,28	612	0,20	7,03
16	40	13,12	0,29	571	0,19	7,49
18	45	14,76	0,30	533	0,17	7,87
20	50	16,40	0,31	499	0,16	8,18
22	55	18,04	0,33	441	0,14	7,96

Общеизвестно, что единственным источником энергии зимующих пчёл является мёд. Так, в 1 кг мёда содержится 3,1 кВт·ч (3100 Вт·ч). Кроме этого, при поедании одного килограмма мёда (с содержанием воды до 25%) пчёлы в процессе его окисления, выделяют, около 0,5 л воды в атмосферу улья. Насыщенный водяными парами ульевого воздух, не будучи вовремя удалённым из улья, может провоцировать его конденсацию, разжижение и порчу мёда, а на фоне естественного в таких условиях увеличения теплопроводности – и к замерзанию зимующих пчёл. В приведённом случае неизбежно возникает обстановка «вентиляционного кризиса»: чем более интенсивно пчёлы осуществляют вентиляцию для уменьшения критичной влажности воздуха и уменьшения пчёлами клуба теплотер, тем более критично влажной становится ульевая атмосфера, из-за дыхания насекомых.

В подобных складывающихся условиях, для поддержания гнездового микроклимата в улье, кроме диффузии водяных паров через его стенки или накопление паров воды в пористом материале утеплителя внутри улья, наиболее радикальной мерой для пчёл может быть вынос излишней метаболической воды из своего гнезда в процессе его вентиляции. Известно, что интенсивность вентиляции улья можно оценить через кратность его воздухообмена. В итоге, чем интенсивнее вентиляция, тем больше энергии тратят пчёлы на поддержание оптимального гнездового гомеостаза.

Достаточно ли окажется количества энергии пчёлам для поддержания приемлемого уровня гнездового гомеостаза при разной мощности (силе) зимующего клуба пчёл рассмотрим ниже (см. табл. 2).

Таблица 2

Вещественно-энергетическая характеристика семей

Рамки, занятые пчёлами, шт.	Количество пчел, тыс.	Расход энергии на обогрев пчел W, Вт/м ³	Объем клуба, м ³ *10 ⁻³	Расход мёда на обогрев пчёл (в 1000 г содержится 3100 Вт·ч)	Количество метаболической воды (г), выделенной при расходе энергии на обогрев пчёл за 1 сутки
4	10	1481	3,28	0,48	5,76
6	15	1088	4,92	0,35	4,2
8	20	907	6,56	0,29	3,48
10	25	768	8,21	0,25	3,0
12	30	710	9,85	0,23	2,76
14	35	612	11,48	0,20	2,4
16	40	571	13,12	0,18	2,16
18	45	533	14,76	0,17	2,04
20	50	499	16,40	0,16	1,92
22	55	441	18,04	0,14	1,68

Здесь уместно и необходимо привести несколько объяснений. Так, известно, что содержание энергии в мёде составляет 11300 кДж/кг, для воды теплота парообразования составляет 2400 кДж/кг, таким образом, «калорийность» или энергосодержание мёда позволяет многократно испарить «бывшую в нём» воду. При расчёте данный коэффициент равен примерно 4,71. Это означает, что полученная энергия от 1 г потреблённого мёда способна испарить около 4,7 г воды. С учётом приведённых параметров изменение характеристик гидро-энергетического баланса ульевого гнезда исследуемых пчелиных семей выглядит следующим образом (см. в табл. 3).

Таблица 3

Изменение нагрузки на кишечник у зимующих пчёл семей разной силы

Количество пчел, тыс.	Расход мёда на обогрев пчёл (в 1000 г содержится 3100 Вт·ч)	Количество метаболической воды (г), выделенной при расходе энергии на обогрев пчёл за 1 сутки	Расход мёда (г) на испарение метаболической воды пчелиной семьёй за 1 сутки	Каловая нагрузка на 1 пчелу (мг/сутки)
10	0,48	5,76	1,23	0,171
15	0,35	4,2	0,89	0,0827
20	0,29	3,48	0,74	0,0515
25	0,25	3,0	0,64	0,0356
30	0,23	2,76	0,59	0,0273
35	0,20	2,4	0,51	0,0203
40	0,18	2,16	0,46	0,016
45	0,17	2,04	0,43	0,013
50	0,16	1,92	0,41	0,0114
55	0,14	1,68	0,36	0,0091

По данным табл. 3 видно, что с увеличением силы зимующих семей уменьшается нагрузка на кишечник каждой зимующей пчелы. Изменение данного показателя, аппроксимированного степенной функцией с коэффициентом детерминации близким к единице, представлено на рис. 1.

Рис. 1. Изменение нагрузки кишечника у пчёл в семьях разной силы.

Поскольку энергетическим источником для пчёл является исключительно мёд, то потенциал зимовки пчёл упирается в конечную ёмкость их кишечника, в потенциале удерживающего до 40 - 43 мг непереваренных остатков пищи или почти половину веса своего тела [1]. При дальнейшем повышении каловой нагрузки, если пчёлы не в состоянии совершить очистительный облёт, может случиться их испражнение, самоотравление и даже гибель семьи.

По выявленной в процессе исследования закономерности влияния силы пчелиных семей на нагрузку кишечника отдельных пчёл, удалось найти минимальную силу семьи, способной пережить зимний период. Связь силы семей и нагрузки на кишечник пчёл аппроксимируются степенной функцией: $y = 8,3546x^{-1,695}$ (где X – сила семьи, а y – усреднённая нагрузка на кишечник зимующих пчёл). Достоверность аппроксимации составила $R^2 = 0,9994$.

Данное минимальное количество особей в зимующей семье пчёл по расчётам из уравнения составило 7300 – 7500. Данный показатель не претендует на сколь-нибудь большую точность, но может стать некоторым ориентиром, позволяющим более объективно оценивать возможности выживания очень слабых пчелиных семей, которое может быть предоставлено им стечением чрезвычайно благоприятных для этого условий, прежде всего влажностно-термических. Подобные благоприятные влажностно-термические условия зимующего гнезда пчёл, наряду с прочими условиями (наличием доброкачественных кормов, газового состава и пр.) переводят физиологический режим организма пчёл на экономное расходование кормовых запасов и жизненной энергии насекомых. Данное обстоятельство значительно отодвигает время вынужденного очистительного облёта для освобождения кишечника пчёл от непереваренных остатков пищи, приурочивая его к наиболее комфортным для пчёл погодным условиям, что и предопределяет более благополучную зимовку медоносных пчёл и сохранению в этот период их жизненной энергии.

1. Таранов Г.Ф. Корма и кормление пчёл. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. Россельхозиздат, 1986. – 160 с., ил.

Ершова Е.С.¹, Вейко Н.Н.¹, Агафонова О.Н.¹, Захарова Н.В.², Костюк Г.П.²,
Мартынов А.В.¹, Малиновская Е.М.¹, Костюк С.В.¹
Копийность рибосомных генов при шизофрении

¹ФГБНУ «Медико-генетический научный центр имени академика Н.П. Бочкова»

²ГБУЗ города Москвы «Психиатрическая клиническая больница №1 им. Н.А. Алексеева
Департамента здравоохранения города Москвы»
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-07-2021-18

Аннотация

Шизофрения - одно из наиболее дорогостоящих психических расстройств. Вопросам этиопатогенеза шизофрении уделяется особое внимание, поскольку риску развития заболевания подвержены взрослые социально активные люди. Выявление генетических факторов риска развития может способствовать проведению активных профилактических мер среди группы риска и снижению уровня заболевших. Была исследована выборка из популяции города Москвы, мужчины и женщины с диагнозом – шизофрения: пациенты в возрасте от 18 до 41 года с первым эпизодом психотического расстройства – (N=200); пациенты в возрасте от 18 до 83 лет с длительностью заболевания более 5 лет (N=164); и группа контроля (N = 105) - психически и соматически здоровые лица в возрасте от 18 до 78 лет. Методом нерадиоактивной количественной гибридизации исследована ДНК пациентов, показано, что геном пациентов с диагнозом «шизофрения» содержит увеличенное число копий рДНК по сравнению со здоровым контролем независимо от формы шизофрении и приема лекарственных препаратов.

Ключевые слова: шизофрения, рибосомные гены, копийность.

Abstract

Schizophrenia is one of the most expensive social burdens. Special attention is paid to the schizophrenia etiopathogenesis, since socially active people are at risk of the disease development. The identification of schizophrenia genetic traits can contribute to the active preventive measures among the risk group to reduce the morbidity. Moscow city population sample was studied, men and women with a schizophrenia diagnosis: patients with the first episode of psychotic disorder aged 18-41 years (N=200); patients with a disease duration more than 5 years aged 18-83 years (N=164); and the control group (N=105) - mentally and somatically healthy individuals aged 18-78 years. The DNA of patients was studied by the non-radioactive quantitative hybridization. It was shown that the genome of schizophrenia patients contains an increased number of rDNA copies compared to healthy controls, regardless of the schizophrenia form and the medication.

Keywords: Schizophrenia, Ribosomal Genes, Copy Number Variation.

Шизофрения - одно из наиболее дорогостоящих психических расстройств. Это связано с хроническим течением заболевания, необходимостью длительного поддерживающего лечения и частых госпитализаций. Кроме того, шизофрения часто приводит к стойкой утрате трудоспособности. Распространенность заболеваний в популяции на протяжении всех периодов ее изучения остается относительно стабильной, показатели выявления шизофрении, расстройств шизофренического спектра на протяжении жизни незначительно отличаются в регионах и составляют 1,45%, 0,5% и 1,6%, соответственно [1]. По данным ВОЗ, шизофрения входит в

десятку ведущих причин инвалидности, ее называют «наихудшим заболеванием, поражающим человека»[2].

Вопросам этиопатогенеза шизофрении уделяется особое внимание, поскольку риску развития заболевания подвержены взрослые социально активные люди. Выявление генетических факторов риска развития может способствовать проведению активных профилактических мер среди группы риска и снижению уровня заболевших.

В последние десятилетия в мировой научной литературе регулярно появляются данные о роли множества генов в этиологии и патогенезе шизофрении. Однако впоследствии эти данные, как правило, пересматриваются и опровергаются. Практически все авторы рассматривают только уникальные или малокопийные гены. Мы впервые обратили внимание на многокопийные гены, кодирующие рРНК рибосом (рДНК), у больных шизофренией [3-5].

Методы.

Критерии отбора пациентов в исследование:

Мужчины и женщины с диагнозом – шизофрения, русские по национальности, выборка из популяции города Москвы.

Исследуемые группы:

1. Группа сравнения 1 (N=200). Пациенты в возрасте от 18 до 41 года с первым эпизодом психотического расстройства – верифицированным стационарным обследованием диагнозом (по МКБ-10) F21.3 – малопрогредиентной шизофренией протекающая с аффективно-бредовыми фазами и суицидальными тенденциями; F20.0 – параноидной шизофренией с синдромом Кандинского-Клерамбо на высоте приступа; F20.2 – кататонической шизофренией; F25.1 шизоаффективного расстройства с депрессивно-бредовой симптоматикой на высоте приступа. с благоприятным прогнозом и после проведенного курса терапии (группа сравнения 1А, N=200).
2. Группа сравнения 2 (N = 164). Пациенты в возрасте от 18 до 83 лет с верифицированным стационарным обследованием диагнозом (по МКБ-10) психотического расстройства (шизофрения, различные формы) с длительностью заболевания более 5 лет.
3. Группа контроля (N = 105). Психически и соматически здоровые лица в возрасте от 18 до 78 лет, не имеющие семейной отягощенности шизофренией.

Критерии не включения в исследование и в группы контроля:

Наличие сопутствующих психических расстройств, таких как зависимость от наркотиков; органические психические расстройства любого генеза, кроме алкогольного, слабоумие, умственная отсталость; тяжелое соматическое и хроническое неврологическое заболевание; острое и хроническое тяжелое соматическое заболевание, препятствующее прохождению настоящего обследования; отказ сотрудничать в ходе выполнения процедур исследования.

Материалом для молекулярно-генетических исследований являлась периферическая кровь пациентов, взятая из кубитальной вены. Из каждого образца крови выделена клеточная ДНК (методом экстракции органическими растворителями). Копийность рибосомного повтора определяли методом нерадиоактивной количественной дот-гибридизации (NQH) с биотинилированными днк-зондами [6]. Для этого денатурированные образцы исследуемой днк и днк с известным содержанием повтора (калибровочные) наносили на нитроцеллюлозные

фильтры, иммобилизовали, и проводили гибридизацию с набором биотинилированных днк-зондов. Результаты гибридизации проявляли при помощи субстрата стрептавидин-щелочная фосфатаза и колориметрического субстрата BCIP-NBT.

Компьютерный анализ изображений проводили, используя написанную для данной технологии программу «Images ба». Содержание исследуемого повтора в составе днк пациента получали по калибровочной зависимости, построенной для днк с известным содержанием повтора.

Результаты.

На рисунке 1 представлен итоговый результат – сравнение числа копий генов рибосомного повтора у больных шизофренией 1-й группы – с диагнозом «шизофрения» с благоприятным прогнозом до лечения ($N=200$), группы пациентов, больных шизофренией с длительностью заболевания более 5 лет ($N = 164$) и группы контроля ($N = 105$) – здоровых доноров.

Распределения содержания рДНК геноме достоверно различаются для обеих групп больных шизофренией (группы пациентов, больных шизофренией до лечения и с благоприятным прогнозом и с длительностью заболевания более 5 лет) относительно контрольной группы ($p < 10^{-14}$ и $p < 10^{-17}$, соответственно, рис. 1). Распределение параметра рДНК для больных шизофренией в двух группах больных людей достоверно не различаются между собой ($p > 0,9$).

Рисунок 1. Определение числа копий рДНК методом NQH в трех независимых выборках: 1-й группы – с диагнозом «шизофрения» с благоприятным прогнозом до лечения ($N=200$, черные точки на графике), группы пациентов, больных шизофренией с длительностью заболевания более 5 лет ($N = 164$, красные точки на графике) и группы контроля ($N = 105$. Зеленые точки на графике) – психически и соматически здоровых доноров

Полученные результаты свидетельствуют о высоком содержании рибосомного повтора в выборке больных шизофренией относительно здорового контроля. При этом на данный показатель не оказывает влияние длительность течения заболевания. Данные описательной статистики сравнения числа повторов рДНК в выборке больных шизофренией (объединенной группы пациентов, больных шизофренией до лечения и с длительностью заболевания более 5 лет) относительно контрольной группы здоровых доноров приведены в таблице 1.

Таблица 1

Данные описательной статистики для параметра – числа повторов рДНК в объединенной выборке больных шизофренией относительно контрольной группы здоровых доноров.

Число копий рДНК	Здоровые	Больные
Число элементов ряда	105	364
Среднее	426	525
Стандартное отклонение	108	71
Стандартная ошибка (среднего)	10	6
Минимум	222	294
Максимум	694	974
Коэффициент вариации	0,25	0,14
Медиана	427	528
Ошибка медианы	1,29	0,55
U – test (значение p)	10^{-16}	

Таким образом, на основании проведенного исследования числа копий рибосомного гена у больных шизофренией по сравнению со здоровыми донорами, показали, что геном пациентов с диагнозом «шизофрения» содержит увеличенное число копий рДНК по сравнению со здоровым контролем независимо от формы шизофрении и приема лекарственных препаратов. Это стабильный генетический признак, который не меняется с течением заболевания и не зависит от возраста и лекарственной терапии. Этот показатель можно использовать как маркер дифференциальной диагностики таких сложно различимых состояний, как детский аутизм и шизофрения (поскольку при аутизме не выявлено увеличения числа копий рибосомного повтора).

Выявление генетических маркеров, изменяющихся в зависимости от лечения, продолжительности и тяжести течения заболевания может привести к разработке диагностических критериев, прогнозирующих эффективность терапии конкретного больного на ранних стадиях лечения, что позволит более эффективно проводить персонализированную терапию. Так, решение фундаментальных вопросов медико-биологических исследований будет иметь практическое применение.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 18-15-00437 (П)

1. Goldner E.M. Prevalence and incidence studies of schizophrenic disorders: a systematic review of the literature. / Goldner EM, Hsu L, Waraich P, Somers JM. // Can J Psychiatry. 2002 Nov;47(9):833-43. doi: 10.1177/070674370204700904..
2. Tandon R. Schizophrenia, "just the facts" what we know in 2008. Epidemiology and etiology. / Tandon R, Keshavan MS, Nasrallah HA. // Schizophr Res. 2008 Jul;102(1-3):1-18. doi: 10.1016/j.schres.2008.04.011
3. Malinovskaya E.M. Copy Number of Human Ribosomal Genes With Aging: Unchanged Mean, but Narrowed Range and Decreased Variance in Elderly / Malinovskaya EM, Ershova ES, Golimbet VE, Porokhovnik LN, Lyapunova NA, Kutsev SI, Veiko NN, Kostyuk SV // Group. Front Genet. 2018 Aug 7;9:306. doi: 10.3389/fgene.2018.00306. eCollection 2018.
4. Konkova M.S. 1Q12 Loci Movement in the Interphase Nucleus Under the Action of ROS Is an Important Component of the Mechanism That Determines Copy Number Variation of Satellite III (1q12) in Health

- and Schizophrenia. / Konkova MS, Ershova ES, Savinova EA, Malinovskaya EM, Shmarina GV, Martynov AV, Veiko RV, Zakharova NV, Umriukhin P, Kostyuk GP, Izhevskaya VL, Kutsev SI, Veiko NN, Kostyuk SV. // Front Cell Dev Biol. 2020 Jun 5;8:386. doi: 10.3389/fcell.2020.00386.
5. Ershova E.S. Copy number variations of satellite III (1q12) and ribosomal repeats in health and schizophrenia. / Ershova ES, Malinovskaya EM, Golimbet VE, Lezheiko TV, Zakharova NV, Shmarina GV, Veiko RV, Umriukhin PE, Kostyuk GP, Kutsev SI, Izhevskaya VL, Veiko NN, Kostyuk SV. // Schizophr Res. 2020 Aug 6:S0920-9964(20)30415-1. doi: 10.1016/j.schres.2020.07.022.
 6. Veiko, N.N. Quantitative analysis of repetitive sequences in human genomic DNA and detection of an elevated ribosomal repeat copy number in patients with schizophrenia (the results of molecular and cytogenetic analysis / N.N. Veiko, N.A. Egolina, G.G. Radzivil, S.D. Nurbaev, N.V. Kosiakova, N.O. Shubaeva, N.A. Liapunova // Mol Biol (Mosk). 2003. V. 37, № 3. – P. 409-419.

Петров С.С., Петрова Т.И.

Экологическое образование учащихся и сохранение биологического разнообразия городских территорий Республики Башкортостан

*Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
(Россия, Стерлитамак)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-19

Аннотация

В данной статье рассматриваются теоретические вопросы экологического образования обучающихся и методика изучения городской флоры с использованием одной из форм образовательного процесса – экологическая тропа. Педагогам общеобразовательных организаций рекомендуется экологически образовывать учащихся на антропогенных, естественных и полустественных городских ландшафтах, в разной степени нарушенных человеком. Через такие ландшафты предлагается прокладывать экологические тропы. Во время экскурсий по экологической тропе необходимо представлять учащимся все экотопы, расположенные в пределах города: искусственные лесные насаждения, сообщества сорных видов растений, леса, прибрежно-водные фитоценозы, пойменные и суходольные луга, степи, насаждения жилых территорий микрорайона.

Ключевые слова: экологическое образование, экологическая тропа, синантропизация, адвентизация, редкие виды, урбанофлора, город.

Abstract

This article examines the theoretical issues of environmental education of students and the methodology for studying urban flora using one of the forms of the educational process – the ecological path. It is recommended that teachers of general education organizations educate students in an environmentally friendly manner on anthropogenic, natural and semi-natural urban landscapes, disturbed to varying degrees by humans. It is proposed to lay ecological paths through such landscapes. During excursions along the ecological path, it is necessary to introduce students to all ecotopes located within the city: artificial forest plantations, communities of weed plant species, forests, coastal water phytocenoses, floodplain and dry meadows, steppes, plantings of residential areas of the microdistrict.

Keywords: ecological education, ecological trail, synanthropization, adventisation, rare species, urban flora, city.

В настоящее время остро стоит вопрос об усилении экологического образования и воспитания учащихся с целью развития у них правильного мировоззрения на современные процессы, происходящие в природе, на состояние биологического разнообразия и перспективу его сохранения. В Российской Федерации и Республике Башкортостан вопросам охраны биоразнообразия уделяется большое внимание, что

отражено в документах: «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» (1996 г.), федеральный закон «Об охране окружающей среды (2002 г.), «Экологическая доктрина России» (2002 г.), закон «Об особо охраняемых природных территориях Республики Башкортостан» (1995 г.). «Однако практические меры по сохранению биологического разнообразия в нашей республике пока еще недостаточны. Развитие системы охраны природы сдерживается финансированием по остаточному принципу» [1, с. 4].

Основной частью биоразнообразия является флора как совокупность видов растений, произрастающих на определённой территории. «Основной процесс, который происходит сегодня в растительном мире Земли, – антропогенная эволюция» [2, с. 3]. Важнейшей составляющей этого процесса является синантропизация, то есть вытеснение видов естественных сообществ (лесных, степных, болотных и т.д.) адвентивными видами-спутниками человека.

Процессы синантропизации флоры и растительности наиболее активно происходят в населенных пунктах, что делает их важными объектами ботанических исследований. Такие исследования являются важным элементом экологического образования и воспитания учащихся общеобразовательных организаций и студентов вузов. Это особенно важно для обучающихся городских школ, в этих условиях, «наряду с экологическим воспитанием, изучение урбанofлоры городского поселения будет выполнять ещё и профориентационную функцию» [3, с. 22].

Через антропогенные и природные ландшафты города Стерлитамака мы предлагаем прокладывать экологические тропы. Стерлитамак – второй по величине город Республики Башкортостан, расположен в 121 км южнее столицы республики города Уфы. Численность населения – 279 тыс. человек (на 2016 г.). Площадь города – 108,52 км², плотность населения – 2577,33 чел./км². Стерлитамак – крупный центр химической промышленности. На территории города функционируют крупные предприятия химии – ОАО «БСК», «СНХЗ», а также предприятия отрасли машиностроения. Согласно природному районированию РБ [4], г. Стерлитамак находится на стыке Предбельского лесостепного и Предуральского степного районов. Хорошо зная особенности флоры родного города, учителя смогут проводить интересные и содержательные экскурсии со школьниками. «Быстрая изменчивость синантропной флоры во времени и ее чуткое реагирование на изменение режима влияния человека позволит использовать данные о составе флоры населенного пункта для мониторинга состояния окружающей среды города» [5, с. 3].

Таким образом, изучение флоры и растительности городов в настоящее время является актуальным и важным разделом экологии и экологического образования. Экосистемы разных типов должны включаться в число объектов, которые осматриваются во время экскурсии по экологической тропе. При этом учащиеся могут получить ниже перечисленные знания.

1. «Городская флора или урбанofлора – основополагающая составляющая экосистемы города. Растения в крупных населенных пунктах выполняют следующие функции: улучшают микроклимат, регулируют газовый состав атмосферы, обогащая ее кислородом, поглощают пыль и токсические вещества, снижают уровень шума, формируют эстетический облик города и зоны отдыха для его жителей, создают условия для жизни и убежища представителей фауны» [6]. Так для города Стерлитамака объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на 2002 г. по данным Атласа Республики Башкортостан (2005) равен приблизительно 100-300 тыс. т/год. Сброс загрязняющих веществ со сточными водами на 2002 г. по данным Атласа Республики Башкортостан (2005) равен 100-300 млн. м³/год. «Влияние промышленных загрязнителей оказывает сильное негативное влияние как на всю городскую экосистему в целом, так и на жизнедеятельность растений в частности, что требует постоянного

мониторинга экологической ситуации соответствующими городскими службами» [7, с. 122].

2. Городскую экосистему представляют также реки Белая, Ашкадар, Стерля, Ольховка; несколько озёр, представляющие собой бывшие старицы рек; пруды и др. Их можно разделить на «четыре основных типа: природные водоемы и водотоки; искусственные водоемы хозяйственно-бытового назначения; водные объекты рекреационного назначения; техногенные водные объекты» [8]. Все «городские водоемы находятся под сильным антропогенным воздействием, приводящим к антропогенной деградации водных объектов. Об этом свидетельствует доминирование в водоёмах ряски малой (*Lemna minor*), рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus*), клубнекамыша морского (*Bolboschoenus maritimus*), ежеголовника прямого (*Sparganium erectum*)» [9, с. 198-212].

3. Рудеральная растительность населенных пунктов представляет интерес, так как сформирована за счёт видов растений, устойчивых к действию антропогенного фактора. В то же время рудеральные сообщества являются прибежищем для карантинных сорных видов и неофитов, вредителей, вирусных и других заболеваний растений и пр. С другой стороны, некоторые сорные виды могут обладать и ценными ресурсными свойствами. Так ценными медоносами в условиях города являются чертополох поникший (*Carduus nutans*), чертополох колючий (*C. acanthoides*), капуста полевая (*Brassica campestris*), редька дикая (*Raphanus raphanistrum*) и др. Некоторые рудеральные виды – иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium*), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*) и др. – обладают пищевой ценностью. Примерами лекарственных растений являются череда трёхраздельная (*Bidens tripartite*), пустырник пятилопастный (*Leonurus quinquelobatus*), крапива двудомная (*Urtica dioica*) и др. «Ценными свойствами обладают в целом и сообщества рудеральных растений», которые играют противозероизионную роль почв и запускают восстановительные сукцессии на нарушенных землях, являются дополнительными источниками кормов для домашнего скота и птицы, способствуют очистке воздуха от промышленных выбросов, а также аккумулируют соли тяжелых металлов» [10]. Следует специально оговорить, что «не могут быть использованы лекарственные растения из экотопов, которые подвергаются активному загрязнению. В целом, выявление лекарственных растений населенного пункта играет, в большей мере, образовательную роль, чем является основанием для сбора растений населением» [5, с. 28].

4. Флора г. Стерлитамака включает 695 видов, из которых 473 являются аборигенными видами и 222 – адвентивными. «По времени заноса среди адвентивных видов доминируют эуконофиты (неофиты, занесённые с конца XX века и в более позднее время) – 138 видов; археофиты (занесённые до XVI века) и гемикенофиты (занесённые в период с XVI по начало XX века) включают, соответственно, 46 и 38 видов» [7, с. 14].

5. «Города являются наиболее крупными очагами адвентизации в Республике Башкортостан, сюда свозится масса грузов, с которыми поступаю диаспоры различных растений. Многие из занесенных семязачатков погибают, а выжившие часто становятся серьезными конкурентами естественной флоры и вытесняют ее. Именно большие города с их развитой транспортной сетью и большими площадями нарушенных территорий, занятых рудеральными сообществами с режимом ослабленной ценотической замкнутости, являются плацдармом для внедрения и закрепления новых синантропных видов, откуда они в дальнейшем распространяются в сельскохозяйственные экосистемы. Среди заносных видов есть особенно агрессивные, образующие многочисленное потомство, распространяющиеся на значительное расстояние от родительских особей, и, следовательно, обладающие потенциальной способностью расселения на больших территориях. Это инвазионные виды, наиболее

вредоносные из заносных растений. Они, зачастую, вытесняют из сообществ местные виды растений, и потому угрожают местам их обитания или даже экосистемам в целом. Активное расселение инвазивных видов с занятием доминирующих позиций в фитоценозах, приводит к вытеснению аборигенных видов, что, в свою очередь, может привести к утрате биологического разнообразия» [7, с. 125].

6. Одним из негативных явлений распространения адвентивных растений является увеличение количества аллергических заболеваний – «поллинозов» (от латинского «поллен» – пыльца). «Первая весенняя волна аллергических заболеваний характеризуется обилием пыльцы древесных растений, время цветения которых приходится на апрель-май. Самый широко распространенный представитель из числа инвазивных видов – клён ясенелистный (*Acer negundo*). Вторая пыльцевая волна охватывает время массового опыления злаков. Среди адвентивных видов большое количество пыльцы продуцируют культивируемые растения: подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus*), ячмень обыкновенный (*Hordeum vulgare*), рожь посевная (*Secale cereale*), кукуруза обыкновенная (*Zea mays*). Третья – летне-осенняя волна, отличается массовым пылением сорных и рудеральных видов растений. Некоторые семейства представлены большим количеством адвентивных видов, вызывающих аллергические проявления. Так, в семействе маревые – это лебеда татарская (*Atriplex tatarica*), лебеда раскидистая (*Atriplex patula*), марь сизая (*Chenopodium glaucum*) и др., в семействе сложноцветные виды рода амброзия (*Ambrosia*), полынь (*Artemisia*), дурнишник (*Xanthium*), циклахена дурнишниковидная (*Cyclachaena xanthiifolia*) и др. Среди всего многообразия адвентивных видов растений наиболее выраженными аллергенными свойствами обладают – *Cyclachaena xanthiifolia* и амброзия трёхраздельная (*Ambrosia trifida*)» [11, с. 1262-1264].

7. Во флоре г. Стерлитамака отмечен ряд инвазионных и потенциально инвазионных видов растений. К наиболее опасным видам 1 инвазионного статуса отнесено 8 видов. По большей части подобные виды внедряются в различные пойменные местообитания, часто встречаясь по берегам водоемов, а также они характерны и для нарушенных местообитаний. Наибольшую опасность, на настоящий момент, для экосистем города представляют: клён ясенелистный (*Acer negundo*), амброзия трёхраздельная (*Ambrosia trifida*), элодея канадская (*Elodea canadensis*) и дурнишник эльбский (*Xanthium albinum*).

Вторую группу составляют инвазионные виды растений 2 инвазионного статуса (10 видов). Подобные виды растений достаточно широко встречаются на различных нарушенных местообитаниях и менее активно натурализуются в природных местообитаниях. Наиболее высоким инвазионным потенциалом на территории города при этом обладают ежевник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli*) и ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica*), широко встречающиеся в пойменных фитоценозах.

Третья группа (24 вида) представлена видами, приуроченными преимущественно к различным рудеральным местообитаниям, но не натурализующиеся в природных ценозах. Большая часть видов этой группы являются широко распространенными сорняками, зачастую образующими монодоминантные фитоценозы. Это такие виды как: лебеда татарская (*Atriplex tatarica*), мелколепестник канадский (*Conyza canadensis*), кохия веничная (*Kochia scoparia*), латук компасный (*Lactuca serriola*) и др.

Наиболее многочисленную четвертую группу составляют потенциально инвазионные виды растений – 27 видов, например, тонколучник однолетний (*Phalacrologium septentrionale*), недотрога железистая (*Impatiens glandulifera*), козлятник восточный (*Galega orientalis*), росичка кроваво-красная (*Digitaria sanguinalis*), плевел многолетний (*Lolium perenne*) и др.

8. В городе Стерлитамаке сохранились различные варианты естественных ценозов – леса, прибрежно-водные и водные фитоценозы, заболоченные участки, пойменные и суходольные луга, степи, которые являются «рефугиумами аборигенной

растительности и входящие в состав урбанофлоры. На этих территориях нередко можно встретить редкие виды растений» [12, с. 25].

В составе флоры города отмечено четыре редких вида растений из Красной книги Республики Башкортостан: ковыль Коржинского (*Stipa korshinskyi*), ковыль Лессинга (*S. lessingiana*), ковыль перистый (*S. pennata*), тюльпан Биберштейна (*Tulipa biebersteiniana*) [13], в числе которых один редкий вид (*S. pennata*) из Красной книги Российской Федерации [14]. Они, соответственно, имеют государственную охрану. Первые три вида растений произрастают в Отрадовском овраге, расположенном южнее западного отрезка улицы Карая Муратова, на границе города Стерлитамака и Стерлитамакского района Республики Башкортостан. Этот участок представляет собой сильно изрезанную оврагами территорию. Склоны оврага заняты степной растительностью. Помимо редких видов растений флора участка богата видами, приуроченными только к данным местообитаниям и не встречающимися на остальной городской территории: астрагал австрийский (*Astragalus austriacus*), гусиный лук малый (*Gagea minima*), фиалка разрастающаяся (*Viola accrescens*), фиалка сомнительная (*V. ambigua*) и др. Учёные ботаники предлагают организовать на этом месте городскую особо охраняемую природную территорию (ООПТ) «Отрадовский овраг». Большинство местообитаний тюльпана Биберштейна связано с поймами рек Белая и Ашкадар. Вблизи с границами города, в пойме реки Ольховка, отмечаются популяции другого редкого вида растения – рябчика шахматовидного (*Fritillaria meleagroides*).

1. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Мулдашев А.А., Ямалов С.М. Флора Башкортостана. Уфа: РИО БашГУ, 2004.
2. Наумова Л.Г. Основы фитоценологии. Уфа, 1995.
3. Наумова Л.Г., Ханов Ф.М. Агрофитоценология и экологическое воспитание учащихся. Тезисы всесоюзного совещания «Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности», Ижевск: Удмуртский государственный университет, 1988: 22.
4. Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан. Под ред. Б.М. Миркина. Уфа: Гилем, 2006.
5. Наумова Л.Г., Хусаинов А.Ф. Изучение флоры населенных пунктов как элемент экологического образования студентов биологических и географических специальностей педагогических институтов. Уфа: БГПИ, 1997.
6. Горышина Т.К. Растение в городе. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991.
7. Голованов Я.М., Петров С.С., Абрамова Л.М. Флора и растительность города Стерлитамака: современное состояние и особенности рационального использования. Уфа: Гилем, 2017.
8. Горюнова С.В. Закономерности процесса антропогенной деградации водных объектов. Автореферат диссертации ... доктора биологических наук. Москва, 2006.
9. Петров С.С., Зейферт Д.В., Рудаков К.М. Особенности распределения водных макрофитов в среднем течении р. Белой в условиях промышленно-коммунального загрязнения. Экология. 1993, №5: 9-16.
10. Ишбирдин А.Р., Миркин Б.М., Соломещ А.И., Сахапов М.Т. Синтаксономия, экология и динамика рудеральных сообществ Башкирии. Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1988.
11. Бобкина Е.М. Адвентивные поллинозные растения Самарской области. Известия Самарского НЦ РАН. 2009. Т.11. №1(6): 1262-1264.
12. Голованов Я.М., Петров С.С., Абрамова Л.М. Некоторые вопросы охраны редких видов растений и растительных сообществ в черте города Стерлитамака. Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2018. № 1 (25): 25-33.
13. Красная книга Республики Башкортостан: В 2 т. Т. 1. Растения и грибы. Под. ред. Б.М. Миркина. 2-е изд., доп. и переработ. Уфа: Медиа-Принт, 2011.
14. Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008.

Силкин А.В., Величко Л.Г., Щетинкина Н.А.

История открытия биогенетического закона и его роль в биологии

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России
(Россия, Воронеж)

doi: 10.18411/lj-07-2021-20

Аннотация

На отношения между эмбриональным развитием и высотой организации взрослого животного обратили внимание исследователи еще в начале прошлого столетия. Согласно биогенетическому закону, сформулированному немецкими учёными Ф. Мюллером и Э. Геккелем, индивидуальное развитие особи (онтогенез) является кратким повторением (рекапитуляцией) важнейших этапов эволюции (филогенеза) группы, к которой эта особь относится. Опираясь на этот закон и используя данные эмбриологии, можно воссоздавать ход исторического развития тех или иных групп организмов. Биогенетический закон является важной составной частью разработанного Э. Геккелем «метода тройного параллелизма», с помощью которого производят реконструкцию филогенеза.

Ключевые слова: биогенетический закон, онтогенез, филогенез, ценогенезы, филэмбриогенезы.

Abstract

Researchers drew attention to the relationship between embryonic development and the height of the organization of an adult animal at the beginning of the last century. According to the biogenetic law formulated by the German scientists F. Muller and E. Haeckel, the individual development of an individual (ontogenesis) is a brief repetition (recapitulation) of the most important stages of evolution (phylogenesis) of the group to which this individual belongs. Based on this law and using the data of embryology, it is possible to recreate the course of the historical development of certain groups of organisms. The biogenetic law is an important component of the «triple parallelism method» developed by E. Haeckel, with the help of which phylogeny is reconstructed.

Keywords: biogenetic law, ontogenesis, phylogenesis, cenogenesis, phylembryogenesis.

Биогенетический закон представляет собой комплекс теоретических обобщений, описывающих связь между индивидуальным и историческим развитием живых организмов. Основой для его создания послужила работа немецкого ученого Ф. Мюллера в 1864 г. “За Дарвина”, в которой он высказал мысль, что изменения онтогенеза могут происходить на ранних и поздних стадиях развития организма. Мюллер определил, что именно на поздних стадиях происходит усложнение онтогенетического развития, связанное с рекапитуляциями признаков предков [1]. Благодаря этой работе другим немецким ученым Э. Геккелем в 1866 г. был сформулирован основной биогенетический закон, который и в настоящее время считается значимым биологическим открытием [2]. Он рассматривается в разделе «Онтогенез» студентами медицинских и биологических специальностей при изучении курса «Биология» [3; 4].

«Онтогенез всякого организма есть краткое повторение (рекапитуляция) основных этапов филогенеза вида, к которому данный организм принадлежит» – наиболее часто используемая формулировка биогенетического закона. Этот закон находит множество подтверждений в данных сравнительной анатомии, эмбриологии и палеонтологии [5]. Например, у зародышей птиц и млекопитающих на определённой стадии эмбрионального развития появляются зачатки жаберного аппарата. Это объясняется тем, что наземные позвоночные произошли от дышащих жабрами

рыбообразных предков. Опираясь на биогенетический закон и используя данные эмбриологии, можно воссоздавать ход исторического развития тех или иных групп организмов [6].

Поскольку в эмбриогенезе организм проходит стадии развития предковых форм, закономерно возникает вопрос: каким образом у особи появляются индивидуальные признаки? Происходит это благодаря отклонениям от типичного пути развития предков, что обеспечивает эволюцию организмов. К этим отклонениям относят ценогенезы и филэмбриогенезы.

Термин "Ценогенез" был введен в 1866 г. Э. Геккелем для обозначения тех признаков, которые не позволяют проследить в ходе онтогенеза современных форм последовательность этапов филогенеза их предков, т. е. нарушают биогенетический закон. Представляют собой приспособления организма, возникающие на стадии зародыша (плода) или личинки к определенным условиям эмбрионального развития и не сохраняющиеся у взрослой особи [7]. Примерами являются плацента млекопитающих, обеспечивающая у плода дыхание, питание и выделение; наружные жабры личинок земноводных; яйцевой зуб у птиц, служащий птенцам для пробивания скорлупы яйца; плавательный хвост у личинки трематод — церкарии и т.д. Современное понимание термина сформировалось в результате работ А. Н. Северцова, сохранившего за этим понятием лишь значение провизорных (временных) приспособлений – эмбриоадаптаций [7].

Филэмбриогенезы – это такие изменения онтогенеза, которые в ходе эволюции приводят к изменению признаков взрослых особей [8]. Теория была сформулирована А.Н. Северцовым, который в какой-то степени продолжил и более подробно раскрыл исследования Мюллера. Посредством филэмбриогенезов может изменяться ход онтогенеза как целостного организма, так и отдельных органов, тканей и клеток; происходят филогенетические изменения как взрослого организма, так и промежуточных стадий его развития. Филэмбриогенезы могут происходить на разных стадиях развития организма [5; 8]. В зависимости от этого их делят на три группы:

- 1) Анаболии – изменения, происходящие на поздних стадиях развития, в конце периода морфогенеза или в начале периода роста. Происходят путем надставки конечных стадий онтогенеза. При этом онтогенетическое развитие данного зачатка удлиняется. Эти изменения встречаются чаще всего. Как пример можно отметить формирование четырех изгибов позвоночника человека или сращение швов в мозговом отделе черепа.
- 2) Девиации – происходят на средних стадиях эмбрионального развития. Возникают в процессе морфогенеза органа. Как пример можно рассмотреть развитие сердца в онтогенезе млекопитающих. Вначале оно рекапитулирует стадию трубки, двух- и трехкамерное строение, но стадия формирования неполной перегородки, характерная для рептилий, вытесняется развитием перегородки, построенной и расположенной иначе и типичной только для млекопитающих.
- 3) Архаллакисы – наиболее редкие изменения, происходят в самом начале эмбрионального развития органа и изменяют весь ход эмбриогенеза и строение взрослых органов. Пример – развитие волос у млекопитающих, закладка которых наступает на очень ранних стадиях развития и с самого начала отличается от закладок других придатков кожи позвоночных. Чаще всего архаллакисы ведут к гибели организма, что является объяснением их редкого проявления [9].

На основе биогенетического закона в конце 19 века Геккелем был сформулирован «Метод тройного параллелизма», представляющий собой сопоставление данных сравнительной анатомии взрослых современных организмов, сравнительной эмбриологии и палеонтологии. С его помощью ученые производят реконструкцию филогенеза [6; 10]. Он находит применение в ботанике, сравнительной анатомии, биологии [11]. Известен случай исследования механизма смены стадий в развитии психических функций человека на его основе [12].

Таким образом, биогенетический закон можно считать одним из значимых открытий в биологии. Он свидетельствует об общих предках животных, относящихся к различным систематическим группам. Также был использован при создании современной классификации организмов (таксономии) и построении схем филогенетического родства.

1. Биографический метод как психолого-педагогический метод обучения и воспитания / А.Н. Пашков, Н.А. Щетинкина, Л.Г. Величко, С.В. Маркова // Педагогические и психологические основы оптимизации образовательного процесса в высшей медицинской школе: Материалы научно-практического семинара. – Воронеж: «Мир науки», 2019. – С. 62-65.
2. Бобродобро [Электронный ресурс]: 2.2. Биогенетический закон Э. Геккеля / URL: <http://bio.bobrodobro.ru/11770> (дата обращения 02.07.2021).
3. Особенности преподавания некоторых разделов биологии студентам педиатрического факультета ВГМУ / А.Н. Пашков, Н.А. Щетинкина, Л.Г. Величко [и др.] // Клинико-морфологические аспекты фундаментальных и прикладных медицинских исследований: Материалы международной научной конференции / Редколлегия: Н.Т. Алексеева [и др.]. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2021. – С. 169-172.
4. Особенности адаптации иностранных студентов при изучении некоторых разделов биологии / А.Н. Пашков, Н.А. Щетинкина, Н.В. Парфенова [и др.] // Медико-биологические и педагогические основы адаптации, спортивной деятельности и здорового образа жизни: Сборник научных статей IX Всероссийской очной научно-практической конференции с международным участием. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2020. – С. 170-173.
5. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс]: Биогенетический закон / URL: <http://bse.sci-lib.com/article117581.html> (дата обращения 03.07.2021).
6. Лухтанов В.А. Принципы реконструкции филогенезов: признаки, модели эволюции и методы филогенетического анализа / В.А. Лухтанов // Труды Зоологического института РАН. – 2013. – Т. 317. – № S2. – С. 39–52.
7. Студопедия [Электронный ресурс]: Ценогенез / URL: https://studopedia.ru/7_144117_tsenogenez.html (дата обращения 02.07.2021).
8. Северцов А.Н. Морфологические закономерности эволюции [Электронный ресурс] // Электронная библиотека: Научное Наследие России / URL: <http://e-heritage.ru/ras/view/publication/general.html?id=44259616> (дата обращения 03.07.2021).
9. Использование музейных коллекций кафедры биологии в учебном процессе / А.Н. Пашков, Н.А. Щетинкина, Е.С. Глазьева [и др.] // Электронный научно-образовательный вестник: Здоровье и образование в XXI веке. – 2018. – Т. 20. – №2. – С. 25-30.
10. Опыт применения инновационных технологий при изучении биологии в медицинском вузе / А.Н. Пашков, Л.Г. Величко, Н.А. Щетинкина [и др.] // Проблемы управления качеством образования: сборник избранных статей Международной научно-методической конференции. – Санкт-Петербург: ГНИИ «Нацразвитие», 2020. – С. 54-56.
11. Формирование практических умений у студентов медицинского вуза на практических занятиях по биологии / А.Н. Пашков, Н.А. Щетинкина, Л.Г. Величко, В.Ф. Лышов // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием "Биология в высшей школе: актуальные вопросы науки, образования и междисциплинарной интеграции" / Под ред. О.В. Баковецкой. – Рязань, 2019. – С. 195-196.
12. Биогенетический закон и его значение для биологии / К.М. Молибога, А.Н. Пашков, Н.А. Щетинкина, Л.Г. Величко // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием "Биология в высшей школе: актуальные вопросы науки, образования и междисциплинарной интеграции" / Под ред. О.В. Баковецкой. – Рязань, 2019. – С. 188-190.

Шарапова С.А., Басангова А.Н., Щукина Д.О.

Биоимпедансный анализ состава тела студентов и спортсменов

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет»

(Россия, Архангельск)

doi: 10.18411/lj-07-2021-21

Научные руководители

Бебякова Н.А., Юрчук В.Е.

Аннотация

С помощью биоимпедансного метода установлены различия в составе тела у спортсменов и студентов, не занимающихся профессиональным спортом. Более выраженные различия в составе тела выявлены у девушек.

Ключевые слова: студенты, биоимпедансный анализ, состав тела, индекс массы тела, жировая масса, тощая масса, скелетно-мышечная масса, активная клеточная масса, спортсмены.

Abstract

The bioimpedance method was used to establish differences in body composition among professional athletes and students who are not involved in professional sports. More pronounced differences in body composition were detected among girls.

Keywords: students, bioimpedance analysis, body composition, body mass index, fat mass, lean mass, musculoskeletal mass, active cell mass, athletes.

Введение

Сравнительно новой широкодоступной и неинвазивной медицинской диагностической технологией является биоимпедансный анализ состава тела. Биоимпедансный анализ – диагностический метод измерения электрической проводимости биологических тканей, дающий возможность оценки широкого спектра физиологических и морфологических параметров организма. Данный метод позволяет оценить относительные и абсолютные значения параметров состава тела, а также возможности организма и риски развития различных заболеваний.

Биоимпеданс определяется как способность биологической ткани препятствовать электрическому току. Биоимпеданс может быть измерен путем определения реакции на электрическое возбуждение, прикладываемое к биологической ткани. На основе их показателей рассчитывается ряд характеристик состава тела: индекс массы тела (ИМТ), жировая масса (ЖМ), тощая масса тела (ТМТ), активная клеточная масса (АКМ) и ее доля в организме, скелетно-мышечная масса (СММ) и ее доля в организме, удельный основной обмен, общая жидкость, внеклеточная жидкость, соотношение талия/бедра. Также проводится классификация по проценту жировой массы (ожирение).

Результаты данного анализа позволяют охарактеризовать скорость метаболических процессов в организме и состояние водного, минерального, липидного, белкового анализа. Преимуществами данного метода исследования является неинвазивность, отсутствие лучевых нагрузок, широкий спектр оцениваемых параметров, а также быстрота получения результатов.

Цель: выявить отличия в составе тела у молодых людей, не занимающихся спортом, и профессиональных спортсменов.

Материалы и методы исследования: В исследовании приняли участие 15 студентов 1 курса Северного государственного медицинского университета в возрасте 18-19 лет, из них 6 юношей и 9 девушек, а также 20 спортсменов (10 юношей и 10

девушек той же возрастной категории), обучающихся в спортивной школе олимпийского резерва «Поморье». Исследование состава тела проводилось методом биоимпедансного анализа. Все исследования проводились с письменного разрешения студентов.

В качестве основных параметров, анализируемых нами, были выбраны: масса, возраст, индекс массы тела, жировая масса, тощая масса, активная клеточная масса, скелетно-мышечная масса.

Индекс массы тела – величина, позволяющая определить, насколько масса человека соответствует его длине тела. По данному показателю можно определить имеется ли избыток массы, или наоборот, масса тела недостаточна. Жировая масса – масса всей жировой ткани в организме. Тощая масса – это общее количество обезжиренной (тощей) части тела, которое состоит из воды, белка, минералов и золы. Активная клеточная масса – часть тощей массы, включающей массы мышц, внутренних органов, мозга и нервных клеток.

Скелетно-мышечная масса – масса водной и неводной (белки) части организма

Полученные данные сравнивались с показателями спортсменов, а также со студентами г. Якутск и г. Кемерово.

Все исследования проводились на базе Спортивной школы олимпийского резерва «Поморье». Обработка цифровых данных проводилась при помощи компьютерной программы SPSS. Данные представляли в виде медиан и процентилей Me (25%; 75%). Оценку достоверности различий средних величин провели с использованием U-критерия Мана-Уитни. Уровень значимости считали достоверным при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждения

В ходе оценки показателей состава тела у студентов 1 курса нами было выявлено, что различие между юношами и девушками в таких показателях как скелетно-мышечная масса, тощая масса тела, активная клеточная масса являются статистически значимыми.

Так, содержание скелетно-мышечной массы у юношей по медиане составляет 30 (28,25; 32,8750), в то время как у девушек медиана данного показателя достигает 20,1 (17,85; 22,35).

Аналогичная ситуация складывается и в отношении тощей мышечной массы. Медиана данного показателя у юношей составляет 56 (52,5; 58,15), а у девушек – 39,9 (36,55; 45,7).

При анализе активной клеточной массы нами также были получены статистически значимые различия. Значение медианы АКМ у юношей получилось 34,85 (30,7; 35,775), у девушек – 23 (20,25; 25,2)

Таблица 1

Показатели состава тела у девушек и юношей

Показатели	Девушки (n=9)	Юноши (n=6)	Статистическая значимость
Масса тела	50,0 (46,5; 66)	67,0 (61; 77,5)	U=11,5; p=0,068
ИМТ	20,6 (17,85; 21,8)	21,5 (18,55; 25,225)	U=21; p=0,479
СММ	20,1 (17,85; 22,35)	30,0 (28,25; 32,8750)	U=0,000; p=0,001
ТМТ	39,9 (36,55; 45,7)	56,0 (52,5 ;58,15)	U=0,000; p=0,001
ЖМ	12,3 (9,8; 17,15)	10,2 (4,7; 18,95)	U=20,5; p=0,443

АКМ	23,0 (20,25; 25,2)	34,85 (30,7; 35,775)	U=0,000; p<0,001
-----	--------------------	----------------------	----------------------------

Полученные результаты были сопоставлены с результатами исследований биоимпедансного анализа студентов Кемеровской области [1] и г. Якутск [2].

Следует подчеркнуть, что как в Архангельской области, так и в Кемеровской области и г. Якутск наблюдаются статистически значимые половые различия состава тела. Для всех приведенных мест исследования характерно различие в скелетно-мышечной массе, активной клеточной массе, тощей массе тела. Но при этом для студентов Кемеровской области и г. Якутск характерно отличие жировой массы девушек от жировой массы юношей, что является статистически значимым, в отличие от студентов Архангельской области.

Таблица 2

Сравнение показателей состава тела спортсменов и студентов

Показатели	Девушки-спортсменки	Статистическая значимость отличия от показателей студенток	Юноши-спортсмены	Статистическая значимость отличия от показателей студентов
ИМТ	22,2 (20,775; 24,45)	U=20,5; p=0,045	22,85 (20,2; 24,7)	U=25; p=0,588
АКМ	27,25 (25,6; 29,6)	U=10; p=0,004	39,25 (34,425; 41,975)	U=14; p=0,083
ТМ	46,35 (44,2; 50,525)	U=15; p=0,014	63,35 (55,85; 65,775)	U=12; p=0,515
ЖМ	18,15 (13,175; 20,975)	U=23,5; p=0,079	12,00 (10,7; 14,7)	U=24; p=0,515
СММ	23,15 (22,05; 24,275)	U=15; p=0,014	34,1 (31,45; 37,00)	U=9,5; p=0,026
МТ	63,5 (56,75; 69,75)	U=22,5; p=0,065	76,5 (65,75; 82,00)	U=17,5; p=0,174

Сравнительный анализ компонентных параметров тела студенток и девушек, занимающихся спортом, той же возрастной группы выявил достоверные отличия в показателях ИМТ, АКМ, ТМ, СММ (табл. 2). Причем все показатели спортсменок превышают показатели студенток (рис. 1). По величине параметров МТ и ЖМ статистически значимых отличий обнаружено не было.

Среди студентов и мужчин-спортсменов статистически значимым оказалось только различие в СММ, при этом у спортсменов этот показатель выше. По таким остальным показателям различия статистически не подтвердились.

Рис 1. Показатели состава тела спортсменов и студентов

Выводы

1. В результате исследования были установлены статистически значимые гендерные различия результатов биоимпедансметрии у студентов в возрасте 18-19 лет. Так, основные статистически значимые различия наблюдались в следующих показателях: скелетно-мышечная масса, активная клеточная масса, тощая масса тела.
2. При сравнении полученных данных с результатами исследований Кемеровской области и Якутии было выявлено: параметры, по которым наблюдаются гендерные различия между студентами, совпадают, за исключением жировой массы. Различия в показателях жировой массы у студентов Кемеровской области и Якутии являются статистически значимыми, что не характерно для студентов Архангельской области.
3. Сравнительный анализ компонентных параметров тела студентов и людей, занимающихся спортом, той же возрастной группы выявил отличия в показателях ИМТ, СММ, АКМ, ТМ, (у девушек) и СММ (у юношей). Также, при исследовании данных было установлено, что у спортсменов обоих полов все показатели превышают показатели исследуемых нами студентов.

1. Е. М. Ситникова, Н.Ю. Шибанова, О.А. Садовская. Анализ результатов биоимпедансного исследования состава тела студентов вуза// Здоровье семьи – 21 век (электронное периодическое издание). 2014. №1. С. 81-90
2. А. Б. Гурьева, В. А. Алексеева, П. Г. Петрова. Половые особенности компонентного состава тела и биоимпедансных параметров у студентов медицинского института СВФУ// Фундаментальные исследования. 2015. № 1 (часть 5). С. 929-932
3. Биоимпедансный анализ состава тела [Электронный ресурс]// ООО «Авиценна». 2011 – 2018. URL: <https://avicenna72.ru/uslugi-i-vrachi/dietologiya/bioimpedansnyy-analiz-sostava-tela> (дата обращения: 29.06.2021)

РАЗДЕЛ IV. ХИМИЯ

Гасанова Х.М.

Проявление детерминистической динамики при каталитическом окислении 1,6-нафтодиола в гомогенной среде*Дагестанский государственный университет
(Россия, Махачкала)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-22

Аннотация

Приведены результаты по проявлению детерминистической динамики при каталитическом окислении 1,6-нафтодиола в гомогенной среде и возникновению химических осцилляций в данной системе. Изучено влияние концентрации реагента и катализатора, температуры и pH среды на основные характеристики химических осцилляций.

Ключевые слова: каталитическое окисление, гомогенная среда, химические осцилляции, автокатализ, детерминированный хаос, Фурье-анализ, аттрактор, фазовый портрет.

Abstract

Results on development of deterministic dynamics in catalytic oxidation of 1,6-naphthodiol in homogeneous medium and occurrence of chemical oscillations in this system are given. Influence of reagent and catalyst concentration, temperature and pH of medium on basic characteristics of chemical oscillations is studied.

Keywords: catalytic oxidation, homogeneous medium, chemical oscillations, autocatalysis, deterministic chaos, Fourier analysis, attractor, phase portrait.

Настоящее сообщение посвящено исследованию процессов каталитического окисления 1,6-нафтодиола (Nd) кислородом воздуха в присутствии оксигенированных комплексов кобальта (II) с диметилглиоксимом (ДМГ) и бензимидазолом (БИА) в гомогенной среде, в которой реализуются химические осцилляции детерминистического характера.

Использованные в работе растворы реагентов готовили растворением точных навесок 1,6-нафтодиола и гептагидрата сульфата кобальта (II) квалификации "ч.д.а." в бидистиллированной воде, а в случае с ДМГ и БИА – в этаноле. Раствор катализатора (кат) в виде комплекса кобальта (II) с ДМГ и БИА готовили в соотношении $\text{Co(II)}:\text{ДМГ}:\text{БИА} = 1:2:2$ соответственно, а оксигенацию его проводили пропусканием воздуха (молекулярного кислорода) через раствор комплекса; для каждой серии опытов использовали свежеприготовленный раствор оксигенированного смешаннолигандного разнолигандного комплекса $[\text{Co(II)}-\text{ДМГ}-\text{БИА}-\text{O}_2]$. pH в системе устанавливали при помощи трис-буфера. Исследование концентрационных колебаний проводили в стеклянном реакторе, состоящем из двух ячеек, соединенных между собой электролитическим ключом и помещенном в ультратермостат (точность термостатирования $\pm 0,01$ °C); объем реакционной ячейки составлял 50 см³. Концентрационные колебания в системе регистрировали путем измерения потенциала точечного платинового электрода, однозначно связанного с концентрациями исходного и промежуточного форм реагента и компонентов катализатора, относительно хлорсеребряного электрода сравнения с рубашкой, заполненной насыщенным раствором хлорида калия в течение времени [1,2].

Типичный график зависимости изменения относительного потенциала от времени приведен на рис.1.

Рис.1. Зависимость относительного потенциала процесса окисления 1,6-нафтодиола от времени ($C_{Nd} = 8,75 \cdot 10^{-3}$ моль/л; $C_{кат} = 2 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $pH = 7,5$; $t = 50$ °C)

Полученные в работе результаты позволяют заключить, что окисление 1,6-нафтодиола в гомогенной среде в присутствии катализатора $Co(II)$ -ДМГ-БИА- O_2 протекает в колебательном режиме.

Из данных рис. 1 видно, что для изучаемой системы характерно наличие индукционного периода (20-25 мин), что указывает на автокаталитический динамический характер протекающих процессов.

Изучено влияние концентрации реагента (Nd) и катализатора (кат), температуры и pH среды на основные характеристики (индукционный период, амплитуды и частоты колебаний) химических осцилляций.

Опытным путем установлено, что химические осцилляции в исследуемой системе наблюдаются в определенных узких интервалах концентраций реагента и катализатора, температуры и pH, т.е. при $C_{Nd} = (2,5 \div 10)10^{-3}$ моль/л, $C_{кат} = (1,5 \div 2,5)10^{-4}$ моль/л, pH $7,3 \div 7,8$ и $t = 45 \div 60$ °C. Следует отметить, что однозначных зависимостей основных характеристик (индукционных периодов, амплитуд и частот колебаний) от концентрации реагента и катализатора, pH и температуры не наблюдается. Данный факт может свидетельствовать о реализации детерминированного хаоса в исследуемой динамической химической системе.

По полученным экспериментальным результатам можно сделать заключение о том, что обнаруженный колебательный режим наблюдается только в неперемешиваемом реакторе в открытой по отношению к воздуху ячейке.

Задача дальнейшего исследования состояла в определении того, какого рода временной эволюцией обусловлен полученный в работе аналитический сигнал (временной ряд) в виде зависимости потенциала от времени. Для реализации данной задачи использован метод, основанный на дискретном преобразовании Фурье.

При интерпретации экспериментальных результатов важно выяснить, какая информация о сигнале $x(t)$ содержится в спектре мощности, т.е. в зависимости $\lg S$ от частоты ν ($\nu = k\Delta t$). На практике такая последовательность чисел конечна и содержит n значений, которая ограничена общей продолжительностью эксперимента $t_{max} = n \cdot \Delta t$.

Спектр мощности, соответствующий исходному временному ряду (рис.1) представлен на рис.2.

Рис.2. Фурье - спектр временного ряда

Как показывают эти результаты, в исследуемой системе выделить основные частоты не удается.

Таким образом, изучение эволюции спектров Фурье позволяет сделать заключение о том, что наблюдаемые осцилляции являются следствием протекания процесса окисления 1,6-нафтодиола в колебательном режиме, т.е. указывают на детерминированный характер наблюдаемых явлений; следует отметить, что если бы эти колебания носили случайный характер (проявление белого шума), то спектр Фурье был бы сплошным. Важным следствием из данного исследования является также, что в рассматриваемых системах частоты не выделены, следовательно, имеет место проявление динамического хаоса, что подтверждает сделанное ранее предположение.

Фурье анализ временного ряда не позволяет произвести различие между динамическим хаосом и случайным сигналом. Это ограничение рассматриваемого подхода вынуждает нас обратиться к другим существующим методам, которые позволяют охарактеризовать особенности динамики протекающих процессов.

Ценную информацию о динамике системы содержит временная последовательность экспериментально измеренных величин, исходя из которой строится фазовый портрет. Фазовый портрет для исследуемых процессов строили на основе полученных экспериментальных данных по изменению потенциала от времени, используя зависимости в координатах $\Delta E(t+2\Delta\tau)$, $\Delta E(t+\Delta\tau)$ и $\Delta E(t)$, где t – время, а τ – шаг дискретизации, равный одной секунде (рис.3).

Рис.3. Трехмерный фазовый портрет

Данные рис.3 показывают, что все семейства фазовых траекторий стягиваются к некоторому подмножеству точек фазового пространства – аттрактору. Этот факт свидетельствует о детерминированности динамики протекающих процессов в исследуемых условиях.

При обработке временных рядов с целью измерения характеристик динамических систем использовали восстановление аттрактора по временной последовательности данных [3,4].

Полученные зависимости представлены на рис.4. Обработка экспериментальных данных для всех случаев показала, что величины размерностей аттрактора d не зависят от размерности фазового пространства n при $n \geq 5$, а размерности аттрактора принимают дробные значения. Расчет размерностей аттрактора по временному ряду представляет значительный интерес, поскольку позволяет оценить минимальное число динамических переменных, необходимых для описания наблюдаемых процессов.

Рис.4. Зависимость $\ln C(r)$ от $\ln r$

Рис.5. Зависимость d от n

Используя полученные значения размерностей аттрактора, построены зависимости этих величин от размерности фазового пространства. Типичный график данной зависимости представлен на рис.5. Из данных рис.5 видно, что величина размерности аттрактора d не зависит от размерности фазового пространства n при $n = 5$ и выше, а вышедшая на насыщение величина d рассматривается как размерность аттрактора (равна 2,7). Когда $d > 2$ или имеет нецелочисленные значения, следует ожидать появления в системе хаотических колебаний, что имеет место для большинства рассмотренных в работе случаев. Значение размерности фазового пространства всегда больше величины размерности аттрактора $n > d$. Необходимо указать также, что значение $n = 5$, выше которого наблюдается насыщение, представляет собой минимальное число переменных, участвующих в процессе автокаталитического окисления 1,6-нафтодиола кислородом воздуха.

Таким образом, полученные результаты анализа временных рядов при помощи корреляционной функции аттрактора подтверждают сделанное ранее заключение о проявлении детерминистической динамики как следствие протекания исследуемых каталитических процессов жидкофазного окисления в системе 1,6-нафтодиол – [Co(II)-ДМГ-БИА- O_2]. Значения размерностей фазового пространства n для всех исследованных случаев соответствуют пяти. Это указывает на то, что в исследуемых системах при моделировании кинетических закономерностей протекающих

окислительно-восстановительных процессов необходимо учитывать число компонентов реакционной смеси равное пяти.

1. Магомедбеков У.Г. Химические осцилляции при окислении гидрохинона в гомогенных каталитических системах // Журн. физ. химии, 2002. Т. 76. № 4. С. 678-681.
 2. Магомедбеков У.Г., Гасангаджиева У.Г., Гасанова Х.М., Магомедбеков Н.Х. Образование диссипативных структур при гомогенном окислении биосубстратов: оценка динамических характеристик и параметризация временных рядов // Вестник Моск. ун-та. Сер.2. Химия, 2011. Т.52. №6. С. 443-448.
 3. Берже П., Помо К., Видадь К. Порядок в хаосе. О детерминистском подходе к турбулентности. М.: Мир, 1991. 368 с.
 4. Castroro R., Sauer T. Correlation dimension of attractors through interspike intervals //Phys. Rev. E., 1997. V. 55. P. 243.
-

РАЗДЕЛ V. ФИЗИКА

Юров В.М., Гученко С.А., Маханов К.М.

Высокоэнтропийные покрытия CrNiTiZrCu и их свойства

*Карагандинский университет имени Е.А. Букетова**(Казахстан, Караганда)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-23

Аннотация

В качестве объектов исследования использовались высокоэнтропийные покрытия состава CrNiTiZrCu изготовленные методом механического легирования. Показано, что твердость большинства нержавеющей сталей в 2-3 раза меньше высокоэнтропийных покрытий, а коэффициенты сухого трения лежат в области 0,04-0,16. Такое различие в коэффициентах трения у высокоэнтропийных покрытий обусловлено их наноструктурной особенностью и проявлением у них размерной зависимости свойств. Теоретически мы рассматриваем вопрос отклика подсистемы электронов в высокоэнтропийных сплавах на внешнее воздействие при трении с позиций неравновесной статистической термодинамики. В результате показано, что коэффициент трения покрытия уменьшается при использовании высокоэнтропийного сплава и при уменьшении поверхностной энергии покрытия. Предложенное высокоэнтропийное покрытие CrNiTiZrCu на турбинных лопатках основано на его высокой твердости (810 HV) и малой величине коэффициента трения (0,08-0,16), что приводит к увеличению износостойкости и увеличивает ресурс работы этих лопаток в 3-4 раза.

Ключевые слова: высокоэнтропийные покрытия, твердость, трение, износостойкость, наноструктура, микротвердость.

Abstract

High-entropy CrNiTiZrCu coatings made by mechanical alloying were used as objects of research. It is shown that the hardness of most stainless steels is 2-3 times less than high-entropy coatings, and the dry friction coefficients are in the range of 0.04-0.16. Such a difference in the coefficients of friction for high-entropy coatings is due to their nanostructural feature and the manifestation of the dimensional dependence of their properties. Theoretically, we consider the question of the response of the electron subsystem in high-entropy alloys to an external action during friction from the standpoint of nonequilibrium statistical thermodynamics. As a result, it was shown that the coefficient of friction of the coating decreases with the use of a high-entropy alloy and with a decrease in the surface energy of the coating. The proposed high-entropy CrNiTiZrCu coating on turbine blades is based on its high hardness (810 HV) and low friction coefficient (0.08-0.16), which leads to an increase in wear resistance and increases the service life of these blades by 3-4 times.

Keywords: high-entropy coatings, hardness, friction, wear resistance, nanostructure, microhardness.

Введение

Высокоэнтропийные сплавы (ВЭСы) отличаются от традиционных сплавов тем, что они создаются из пяти и более химических металлических элементов в эквиатомных пропорциях путем образования твердого раствора с наиболее простой кристаллической структурой [1-3]. Изменение конфигурационной энтропии при кристаллизации твердого тела в форме твердого раствора дается формулой:

$$\Delta S_{\text{conf}} = -R \ln(1/n) = R \ln(n), \quad (1)$$

где R – газовая константа, n – величина металлических элементов.

При $n = 5$, $\Delta S_{\text{conf}} = 1,61R$ стремится к энтропии плавления большого количества чистых металлов (около $2R$). Однако позже было показано, что высокая энтропия смешивания не является необходимым условием образования однофазного твердого раствора, но сам термин названия такого сплава продолжает оставаться в употреблении [4-9]. По высокоэнтропийным сплавам существуют зарубежные обзоры и некоторые диссертации [10-12], однако исследования в этом направлении только набирают силу.

Нами также были исследованы некоторые высокоэнтропийные сплавы и покрытия, полученные методом механического легирования и магнетронного распыления мишеней [13-15]. Этому, на примере ВЭСа CrNiTiZrCuAl , и посвящена настоящая работа.

Объекты и методы исследования

Распыляемая мишень 100 мм изготовлена из алюминия методом механического легирования таблеток диаметром 5 мм (рис. 1а) [16].

Рисунок 1 – Таблетки из сплава CrNiTiZrCu (а), образцы с покрытием CrNiTiZrCu на подложке из стали 20X13 (б), поверхность образца с покрытием (увеличение $\times 400$) (в).

Напыление производилось на установке ННВ-6.6И1 методом магнетронного распыления на шлифованные образцы из стали 20X13 (рис. 1б), а на оптическом микроскопе результат показан на рис. 1в.

После отжига мишени в вакуумной печи в течении 3 часов, покрытие приобретало наноструктурный вид (рис. 2).

Рисунок 2 – РЕМ покрытия CrNiTiZrCu (а), формирование наноструктурных покрытий [8].

Шероховатость покрытия, измеренная на атомно-силовом микроскопе (АСМ) JSPM-5400 производства компании JEOL, также незначительна (рисунок 3).

Рисунок 3 – АСМ изображение CrNiTiZrCu (а) и его шероховатость (б).

Нами использовался микротвердомер HVS-1000A (рисунок 4а). Данный прибор разработан с использованием последних достижений в механике, оптике, электронике и компьютерных технологиях для проведения испытаний на твердость металлических и неметаллических материалов, особо мелких деталей или тонких закаленных слоев. Общая схема установки для определения коэффициентов трения k представлена на рисунке 4б [17] и включает: 1 - известный прижимной вес, 2 - образец, 3 - поверхность скольжения, 4 - измерительный стол, 5 - датчик силы, 6 - блок электроники и привод.

Рисунок 4 - Микротвердомере HVS-1000A (а) и схема установки для определения коэффициентов трения k (б) [17]

Рентгенофлуоресцентная электронная спектроскопия (РФЭС) покрытий CrNiTiZrCu для аргона показана на рисунке 5, а химический состав представлен в таблице 1.

Рисунок 5 - РФЭС покрытий CrNiTiZrCu

Таблица 1

Химический состав мишени (ат. %).

Сплав	Cr	Ni	Ti	Zr	Cu
CrNiTiZrCu	20.6	19.4	21.8	23.2	11.6

Химический состав (табл. 1) указывает, что мы имеем высокоэнтропийный сплав (5-40 ат. %).

Результаты эксперимента и их обсуждение

Нанесение покрытия проводилось на установке ННВ 6.6-И1 на не вращающиеся образцы, в течении 2-х часов с постоянным опорным напряжением 150В в режиме постоянной мощности 1,4 кВт, 550 В, 2,4 А в среде аргона. Причем магнетрон с регулируемым расстоянием нанесения покрытий был максимально приближен к образцам. В таблице 2 приведены значения микротвердости покрытия.

Таблица 2

Микротвердость образцов CrNiTiZrCu

Кол-во измерений	HV0,05=0,49N	HV0,1=0,981N
1	816,8	761,6
2	819,5	812,7
3	806,0	789,1
4	798,9	806,8
5	823,6	796,4
6	788,6	776,6
7	792,8	787,4
8	825,9	814,4
9	824,6	821,1
10	802,6	803,5
Ср. арифмет.	809,9	796,9

Таблица 2 показывает, что пятиатомные сплавы CrNiTiZrCu имеют большую твердость. Сравним твердость нержавеющей сталей [18] с твердостью высокоэнтропийных покрытий из таблицы 2.

Твердость большинства нержавеющей сталей в 2-3 раза меньше высокоэнтропийных покрытий, что показывает перспективу их применения в качестве деталей различных промышленных конструкций.

Таблица 3

Твердость нержавеющей сталей [18]

Сталь	μ, HV	Сталь	μ, HV
12X13	121-187	08X17T	372
40X13	143-229	10X17H13M2T	200
08X18H10	170	12X18H10T	179

Определение износостойкости покрытий было произведено на приборе для измерения износа покрытий (калотест) методом убывания массы. Взвешивание 3-х образцов с покрытием CrNiTiZrCu проводилось до и после испытания. Затем вычислялось среднеарифметическое значение и разница в массе. В таблицах 5 и 6 приведены результаты проведенных исследований.

Таблица 5

Изменение массы образца 20X13 с покрытием CrNiTiZrCu до и после испытания на износ

	До	После
1	13,20900	13,20873
2	16,80742	16,80717
3	22,38306	22,38279
Среднее	17,46649	17,46623
Разница	0,00026	

Таблица 6

Изменение массы образца из стали 20Х13 без покрытия до и после испытания на износ

	До	После
1	14,58245	14,57985
2	16,28127	16,27879
3	15,63246	15,62993
Среднее	15,49872	15,49619
Разница	0,00253	

Из приведенных в таблицах 5 и 6 данных видно, что наиболее износостойким является образец с покрытием CrNiTiZrCu более чем в 9-ть раз износостойчее стали 20Х13.

Таблица 7

Коэффициенты трения покрытий CrNiTiZrCu по медной и алюминиевой пластине.

Кол-во измерений	с покрытием CrNiTiZrCu по медной пластине	с покрытием CrNiTiZrCu по алюминиевой пластине
1	0,199	0,085
2	0,172	0,071
3	0,178	0,089
4	0,185	0,086
5	0,131	0,099
6	0,182	0,086
7	0,159	0,084
8	0,149	0,079
9	0,159	0,099
10	0,148	0,080
Ср. арифмет.	0,166	0,085

Сравним коэффициенты трения к обычных металлов с таблицей 7.

Таблица 8

Коэффициенты сухого трения для однородных и разнородных пар наиболее распространенных металлов [19]

Металл	k_{fr}	Металл	k_{fr}
Сталь-Сталь	0,8	Cr-Cr	0,4
Fe-Fe	1,0	Mg-Mg	0,6
Cd-Cd	0,5	Ni-Ni	0,7
Al-Сталь	0,61	Cu-Сталь	0,53
Латунь-Сталь	0,35	Ni-Сталь	0,64
Cd-Cr	0,41	WC-Cu	0,35

Коэффициенты сухого трения k для однородных пар металлов значительно выше, чем коэффициенты сухого трения для разнородных пар металлов, но все равно лежат в пределах 0,35-0,60, что на порядок выше, чем коэффициенты сухого трения k высокоэнтропийных покрытий. У последних коэффициенты сухого трения лежат в области 0,08-0,16. Такое различие в коэффициентах трения k у высокоэнтропийных покрытий обусловлено их наноструктурной особенностью и проявлением у них размерной зависимости свойств. Но наноструктурные покрытия TiN имеют коэффициенты сухого трения на уровне 0,40 [8]. Это означает, что у высокоэнтропийных покрытий, состоящих из 5-6 металлов, механизм трения несколько отличный, чем коэффициенты сухого трения k для однородных и разнородных пар наиболее распространенных металлов. Пять теорий, которые существуют в настоящее время и объясняющих процессы, происходящие при трении, не содержат размерных зависимостей, характерных для наноструктур. Размерная зависимость коэффициентов

сухого трения k не дает понимания о механизмах трения высокоэнтропийных покрытий.

В работе [20] в рамках термодинамического подхода для коэффициента сухого трения нами получена следующая формула:

$$k = \tilde{N} \cdot \dot{O} \cdot \frac{\sigma \cdot S}{\tau \cdot G^0} \cdot \bar{N} \cdot \Delta t. \quad (2)$$

Уравнение (2) описывает коэффициент трения k пропорциональным времени движения при трении Δt , работе сил трения $A = \sigma S$, концентрации электронов N , поверхностной энергии σ , площадь контакта S и обратно пропорционально времени релаксации τ и энергии Гиббса G^0 термостата. Для высокоэнтропийных покрытий $G^0 = H-TS+PV \rightarrow S \sim 2R$ и коэффициент трения должен уменьшаться (см. формулу (1)). Его уменьшение также связано с образованием наноструктур и зависимостью поверхностной энергии σ по Русанову А.И. [21]: $\sigma = K r \rightarrow 0$ при $r \rightarrow 0$. Поверхностная энергия σ линейно зависит от твердости сплава: $\sigma = \alpha \mu$, $\alpha = \text{const}$. Твердость большинства нержавеющей сталей в 2-3 раза меньше высокоэнтропийных покрытий (таблица 2). Таким образом, уравнение (2) показывает, что коэффициент трения покрытия уменьшается при использовании высокоэнтропийного сплава и при уменьшении поверхностной энергии покрытия.

Экспериментальное исследование трения высокоэнтропийных покрытий

На турбомеханическом заводе г. Караганды освоили лопатки для паровой турбины Т-100/120-130-2 ТМЗ из стали 20Х13. Они представляют собой одновальный трехцилиндровый агрегат с двумя теплофикационными отборами пара (верхним и нижним) и двумя выхлопами. Нанесение покрытий производилось на подготовленные турбинные лопатки из стали марки 20Х13. Вакуумная камера откачивалась до давления 0,003 Па затем включался ПИНК производился напуск Ar до давления 1 Па на подложку подавался отрицательный потенциал смещения 1000 В и в течении 10 мин производилась очистка и нагрев поверхности лопаток. Затем давление аргона понижали до 0,1 Па, и включался магнетрон. Смещение на лопатках уменьшалось до 150 В ток магнетрона поддерживался постоянным 3 А. Лопатки располагались в камере на расстоянии 15 см, время напыления составляло 1 ч. Турбинные лопатки с напылением показаны на рисунке 6а. Ассистирование ПИНК показывает, что структуру покрытия можно изменить, используя ионную бомбардировку. На рисунке 6б показано изображение покрытие CrNiTiZrCu после облучения азотом.

а)

б)

Рисунок 8 – Турбинная лопатка с покрытием CrNiTiZrCu (а) и она же после азотирования (б) [22]

Микротвердость покрытия CrNiTiZrCu составляет 810 HV, что уступает нитрид титановым покрытиям с ассистированием ПИНК (910 HV). Но коэффициент трения в два раза ниже, чем у нитрид титановых покрытий. Поскольку напыление чистым титаном дороже покрытия CrNiTiZrCu, то на турбомеханическом заводе г. Караганды был заключен договор на покрытия CrNiTiZrCu турбинных лопаток.

Такая износостойкость покрытия CrNiTiZrCu (таблица 5 и 6) означает, что структура покрытия не только высокоэнтропийная, но и упорядоченная. Упорядоченность покрытия отвечает, как правило, диссипативным структурам. Они отличаются от равновесных структур тем, что для своего существования требуют постоянного притока энергии извне (магнетронное осаждение покрытия). Очевидно, что диссипативные структуры могут формироваться лишь в диссипативных системах, находящихся в критических условиях. Переход диссипативной системы в упорядоченное состояние связан с неустойчивостью предыдущего, неупорядоченного. При этом определенный параметр системы превышает критическое значение. С переходом в новое структурное состояние система приобретает новый способ функционирования, обеспечивающий ее устойчивость в новом состоянии. Из уравнение (2) вытекает, что износостойкость для покрытия определяется σ , то есть износостойкость высокоэнтропийного покрытия определяется поверхностным натяжением, которое уменьшается при азотировании.

Заключение

Предложенное высокоэнтропийное покрытие CrTiNiZrCu на турбинных лопатках основано на его высокой твердости (810 HV) и малой величине коэффициента трения (0,08-0,16), что приводит к увеличению износостойкости и увеличивает ресурс работы этих лопаток в 3-4 раза. Высокоэнтропийные покрытия из-за малой толщины (~ 7 мкм) деталей предприятий могут наноситься вновь после абразивного износа. Высокоэнтропийные покрытия обладают уникальными свойствами за счет образования в поверхностном слое наноструктуры. Это показано нами теоретически, рассматривая их методом квантовой термодинамики необратимых процессов, и экспериментально, рассматривая их методами электронной микроскопии, микротвердомера и автоматически измеряя коэффициенты трения. Уравнение (2) описывает коэффициент трения k пропорциональным времени движения при трении Δt , работе сил трения $E_m = A = \sigma S$, концентрации электронов n , поверхностной энергии σ , площадь контакта S и обратно пропорционально времени релаксации τ и энергии Гиббса G^0 термостата.

Для высокоэнтропийных покрытий $G^0 = H-TS+PV \rightarrow S \sim 2R$ и коэффициент трения должен уменьшаться. Его уменьшение также связано с образованием наноструктур и зависимостью поверхностной энергии σ по Русанову А.И.: $\sigma = K r \rightarrow 0$ при $r \rightarrow 0$.

Работа выполнена по программе Министерства образования и науки Республики Казахстан. Гранты №0118PK000063 и №Ф.0780.

1. Yeh J.-W., Chen S.-K., Lin S.-J., Gan J.-Y., Chin Ts.-Sh., Shun T.-Ts., Tsau Ch.-H., Chang Sh.-Y. Nanostructured High-Entropy Alloys with Multiple Principle Elements: Novel Alloy Design Concepts and Outcomes // Advanced Engineering Materials, 2004, Vol. 6, №8. - P. 299-303.
2. Yeh J.W., Chen Y.L., Lin S.J. High-entropy alloys – a new era of exploitation // Materials Science Forum, 2007, Vol. 560. – P. 1-9.
3. Wang Y.P., Li B.Sh., Heng Zh.F. Solid Solution or Intermetallics in a High-Entropy Alloy // Advanced Engineering Materials, 2009, Vol. 11, № 8. – P. 641-644.
4. Фирсов С.А., Горбань В.Ф., Крапивка Н.А., Печковский Э.П. Упрочнение и механические свойства литых высокоэнтропийных сплавов // Композиты и наноструктуры, 2011. - № 2. - С. 3-20.
5. Senkov O.N., Wilks G.B., Scott J.M., Miracle D.B. Mechanical Properties of Nb₂₅Mo₂₅Ta₂₅W₂₅ and V₂₀Nb₂₀Mo₂₀Ta₂₀W₂₀ refractory high entropy alloys // Intermetallics, 2011. - Vol. 11. - P. 698-706..
6. Chou H.-P., Chang Y.-Sh., Chen S.-K., Yeh J.-W. Microstructure, thermophysical and electrical properties in Al_xCoCrFeNi (0≤x≤2) high-entropy alloys // Materials Science and Engineering B, 2009. - Vol. 163. - P. 184-189.
7. Горбань В.Ф., Крапивка Н.А., Фирстов С.А. Высокоэнтропийные сплавы-электронная концентрация-фазовый состав-параметр решетки-свойства // Физика металлов и металловедение. - 2017. - Т. 118. - № 10. - С. 1017-1029.

8. Погребняк А.Д., Багдасарян А.А., Якушенко И.В., Береснев В.М. Структура и свойства высокоэнтروпийных сплавов и нитридных покрытий на их основе // Успехи химии, 2014. - Т. 83(11). - С. 1027-1061.
9. Miracle D.B., Senkov O.N. A critical review of high entropy alloys and related concepts // Acta Mater., 2017, Vol. 122. - P. 448–511.
10. Шайсултанов Д.Г. Структура и механические свойства высокоэнтропийных сплавов системы CoCrFeNiX (X=Mn, V, Mn, V, Al и Cu). – Дисс. канд. тех. наук, 2015. - Белгород. - 142 с.
11. Ивченко М.В. Структура, фазовые превращения и свойства высокоэнтропийных эквивалентных металлических сплавов на основе AlCrFeCoNiCu // Дисс. канд. физ.-мат. наук. Екатеринбург, 2015. - 167 с.
12. Юрченко Н.Ю. Разработка и исследование высокоэнтропийных сплавов с высокой удельной прочностью на основе системы Al-Cr-Nb-Ti-V-Zr. - Дисс. канд. тех. наук, Белгород, 2019. - 187 с..
13. Yurov V.M., Eremin E.N., Guchenko S.A. (2020). Wear resistance and tribological properties of high entropy coatings CrNiTiZrCu // Eurasian Physical Technical Journal, Vol.17, No.1 (33). – P. 13-18.
14. Юров В.М., Гученко С.А., Маханов К.М. Структурные свойства высокоэнтропийного покрытия TiNiZrCuCr // Современные наукоемкие технологии, 2020 №4. – С. 78-83.
15. Юров В.М., Гученко С.А., Маханов К.М. Атомно-силовая микроскопия высокоэнтропийных покрытий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2020, №4. – С. 62-67.
16. Юров В.М., Гученко С.А., Твардовский А.Н. Две мишени для магнетронного нанесения высокоэнтропийных покрытий // Тенденции развития науки и образования, 2020, №60 (1). – С. 28-34.
17. Юров В.М., Гученко С.А. Определение трения разнородных пар трибосопряжения // Школа науки, 2020, № 1(26). – С. 5-8.
18. Поволоцкий Д.Я., Гудим Ю.А. Производство нержавеющей стали. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1998. - 236 с.
19. Крагельский И.В., Виноградова И.Э. Коэффициенты трения. - М.: Машгиз, 1962. – 220 с.
20. Yurov V.M. Superficial tension of pure metals // Eurasian Physical Technical journal, 2011, Vol. 8, № 1 (15). - P. 10-14.
21. Русанов А.И. (). Фазовые равновесия и поверхностные явления. Издательство "Химия", Ленинградское отделение, 1967. - 388 с.
22. Юров В.М., Шельпяков Б.Н., Гученко С.А., Твардовский А.Н. Нанесение высокоэнтропийных покрытий на турбинные лопатки // Тенденции развития науки и образования, 2020, №59, Часть 1. – 49-54.

РАЗДЕЛ VI. МАТЕМАТИКА

Гамова Н.А., Косилов М.А.

Математическая задача в разработке контрольно-измерительного приспособления*Оренбургский государственный университет
(Россия, Оренбург)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-24

Аннотация

В статье рассматривается принцип работы контрольно-измерительного приспособления для контроля перпендикулярности поверхности относительно оси отверстия.

Технический контроль - это главная часть управления качеством продукции на машиностроительном предприятии, что является неотъемлемой частью производственного процесса. В статье рассматривается проверка детали типа «Переводка» 7А35.25.19М, где используют контрольно-измерительное приспособление (КИП) для контроля перпендикуляра поверхности относительно оси отверстия. Осуществляется проверка параллельности поверхности торца относительно отверстия диаметром $20^{+0,21}$ мм с допуском 0,1 мкм. Отдельные элементы системы разрабатываются параллельно с разработкой технологии производства и фиксируются в соответствующей технологической документации. Математическая задача в разработке контрольно-измерительного приспособления состояла в расчете фактической погрешности измерения для контрольно-измерительного приспособления.

Ключевые слова: математическая задача, технический контроль, техническое оснащение, технологическая документация.

Abstract

The article discusses the principle of operation of a control and measuring device for monitoring the perpendicularity of the surface relative to the axis of the hole.

Technical control is the main part of product quality management at a machine-building enterprise, which is an integral part of the production process. The article discusses checking a part of the "Transfer" type 7A35.25.19M, where a control and measuring device (instrumentation) is used to control the surface perpendicular to the axis of the hole. The parallelism of the end face relative to the hole with a diameter of $20 + 0.21$ mm with a tolerance of 0.1 microns is carried out. Individual elements of the system are developed in parallel with the development of production technology and are recorded in the corresponding technological documentation. The mathematical task in the development of the control and measuring device consisted in calculating the actual measurement error for the control and measuring device.

Keywords: mathematical problem, technical control, technical equipment, technological documentation.

Рассмотрим принцип работы контрольно-измерительного приспособления для контроля перпендикулярности поверхности относительно оси отверстия. Универсальное приспособление состоит из 1 сборочной единицы, 14 деталей, 7 стандартных изделий, габаритные размеры $230 \times 150 \times 190$ мм. Точность измерения составляет $\varepsilon_{\text{изм}} = 0,01397$ мм. Проверяемую деталь типа «Переводка 7А35.25.19М» устанавливают на плиту (позиция 1) с помощью пальца, (позиция 2) закрепленного в ней. Перпендикулярность проверяют измерительной головкой 2ИГ (позиция 5)

установленной с помощью втулки (позиция 4), которая в свою очередь закрепляется при помощи винта (позиция 6) в кронштейне (позиция 3), который закреплен на плите при помощи болтов (позиция 7) и шайбы (позиция 8). На плиту номер (позиция 1) устанавливается палец номер (позиция 2), на который устанавливается контролируемая деталь. Деталь вращается и указывает отклонение на часовом механизме. Контрольно-измерительное приспособление для контроля перпендикулярности поверхности диаметром 32 мм относительно оси отверстия диаметром 20 мм «Переводка 7А35.25.19М» изображено на рисунке 1.

Рисунок 1 – Контрольно-измерительное приспособление для контроля перпендикулярности поверхности относительно оси отверстия «Переводка 7А35.25.19М»

Проведем расчет на точность контрольно-измерительного приспособления.

Для начала определяем допустимую погрешность измерения $[\epsilon_{\text{изм}}]$ для данного приспособления. На основе данных, представленных в таблице 1, принимаем $[\epsilon_{\text{изм}}] = 0,05 \text{ мм}$ [1].

Таблица 1

Допустимые погрешности измерения для IT5 - IT10 (в микрометрах)

Номиналь ные размеры, мм	Квалитет											
	11		12		13		14		15		16	
	T	$\epsilon_{\text{изм}}$	T	$\epsilon_{\text{изм}}$	T	$\epsilon_{\text{изм}}$	T	$\epsilon_{\text{изм}}$	T	$\epsilon_{\text{изм}}$	T	$\epsilon_{\text{изм}}$
До 3	0	2	00	0	40	0	50	0	00	0	00	20
Св 3 до 6	5	6	20	0	80	0	00	0	80	00	50	60
Св 6 до 10	0	8	50	0	20	0	60	0	80	20	00	00
Св 10 до 18	10	0	80	0	70	0	30	0	00	40	100	40
Св 18 до 30	30	0	10	0	30	0	20	20	40	80	300	80
Св 30 до 50	60	0	50	0	90	0	20	40	000	00	600	20
Св 50 до 80	90	0	00	0	60	00	40	60	200	40	900	00
Св 80 до 120	20	0	50	0	40	20	70	80	400	80	200	40

Рассмотрим математическую задачу по определению фактической погрешности измерения для контрольного приспособления $\varepsilon_{\text{изм}}$. Для вычисления воспользуемся формулой:

$$\varepsilon_{\text{изм}} = \varepsilon_{\text{иу}} + \varepsilon_{\text{ип}} + \varepsilon_{\text{им}} + \sqrt{\varepsilon_{\text{нб}}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{ис}}^2 + \varepsilon_{\text{зп}}^2 + \varepsilon_{\text{си}}^2 + \varepsilon_{\text{др}}^2}. \quad (1)$$

где $\varepsilon_{\text{иу}}$ - систематическая погрешность, вызванная неточностью изготовления установочных элементов и неточностью их расположения на корпусе контрольно-измерительного приспособления при его сборке.

$\varepsilon_{\text{ип}}$ - систематическая погрешность, вызванная неточностью изготовления передаточных элементов, рычагов, штифтов, стержней и др.;

$\varepsilon_{\text{им}}$ - систематическая погрешность, вызванная неточностью изготовления установочных мер и эталонных деталей, используемых для настройки средств измерения на контролируемый параметр (при их использовании);

$\varepsilon_{\text{нб}}$ - погрешность, вызванная несовмещением измерительной базы с технологической базой (в приспособлениях для межоперационного контроля) или конструкторской базой (в приспособлениях для окончательного контроля);

$\varepsilon_{\text{з}}$ - погрешность, возникающая в результате закрепления контролируемого объекта;

$\varepsilon_{\text{ис}}$ - погрешность, зависящая от измерительной силы;

$\varepsilon_{\text{зп}}$ - погрешность, возникающая по причине зазоров между осями рычагов передаточных устройств (при их наличии);

$\varepsilon_{\text{си}}$ - погрешность используемого средства измерений;

$\varepsilon_{\text{др}}$ - другие погрешности, вызванные действием случайных факторов при выполнении контроля.

В формулу мы не включаем следующие погрешности:

$\varepsilon_{\text{нб}}$ - систематическая погрешность отсутствует по причине не совмещения баз детали и контрольно - измерительного приспособления;

$\varepsilon_{\text{им}}$ - систематическая погрешность, вызванная неточностью изготовления установочных мер и эталонных деталей, не используется для настройки средств измерения на контролируемый параметр;

$\varepsilon_{\text{з}}$ - систематическая погрешность отсутствует по причине жёсткой установки детали;

$\varepsilon_{\text{зп}}$ - систематическая погрешность отсутствует по причине отсутствия зазоров между осями рычагов передаточных устройств.

С учетом исключенных погрешностей, расчетная формула суммарной погрешности примет следующий вид.

$$\varepsilon_{\text{изм}} = \varepsilon_{\text{ип}} + \sqrt{\varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{ис}}^2 + \varepsilon_{\text{си}}^2 + \varepsilon_{\text{др}}^2}.$$

Средством измерения в контрольно-измерительном приспособлении является измерительная головка рычажно-зубчатого типа 2ИГ с ценой деления 0,002 мм и диапазоном измерения $\pm 0,1$ мм. По таблице 2 погрешность средства измерения составляет $\varepsilon_{\text{си}} = 0,0024$ мм.

Таблица 2

Основные характеристики измерительной головки

Головки измерительные рычажно-зубчатые
Обозначение	Цена деления, мм	Диапазон измерения, мм	Погрешность измерения, мкм	Соответствие стандарту
	1ИГ	0,001	$\pm 0,05$	1,4	ГОСТ 18833-73
	2ИГ	0,002	$\pm 0,10$	2,4	
	1ИГМ	0,001	$\pm 0,05$	1,4	
	2ИГМ	0,002	$\pm 0,10$	2,4	

Погрешность, зависящая от измерительной силы, составляет $\varepsilon_{ис}=0,001\text{мм}$.

Другие погрешности, вызванные действием случайных факторов, определяются по формуле

$$\varepsilon_{др} = (0,03 - 0,05) \cdot T_k. \quad (3)$$

где T_k - допуск на контролируемый параметр, 0,1 мм;

$$\varepsilon_{др} = 0,03 \cdot 0,1 = 0,003 \text{ мм},$$

$$\varepsilon_{изм} = \varepsilon_{ип} + \sqrt{\varepsilon_3^2 + \varepsilon_{ис}^2 + \varepsilon_{си}^2 + \varepsilon_{др}^2}, \quad (4)$$

$$\varepsilon_{изм} = 0,01 + \sqrt{0,001^2 + 0,0024^2 + 0,003^2} = 0,01397 \text{ мм}.$$

Проверяем условие пригодности данного приспособления, сравнивая полученное значение фактической погрешности измерения с небольшим допустимым значением. Фактическое значение должно быть меньше или равно допустимому значению, т.е.: $\varepsilon_{изм} \leq [\varepsilon_{изм}]$ т.е. $0,01397 \text{ мм} \leq 0,05 \text{ мм}$

Условие выполняется. Следовательно, данное контрольно-измерительное приспособление полностью удовлетворяет требованиям точности измерительной оснастки и может использоваться для выполнения контрольной операции.

Заключение.

Широкие возможности взаимодействия многих дисциплин и решение практических задач позволили нам в исследовании показать принцип решения математической задачи в разработке контрольно-измерительного приспособления. Было использовано контрольно-измерительное приспособление для проверки биения к нижней плоскости детали и произведен математический расчет фактической погрешности измерения.

1. Методы и средства измерений и контроля. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.В. Попов [и др.]. - Электрон. дан. - Воронеж: ВГУИТ, 2015. - 75 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76252>. - Загл. с экрана.
2. В.В.Ерохин. Системы управления производственным процессом // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2017. – №2. – С.135-141.
3. Любимова, Г.А. Метрология, стандартизация и подтверждение качества [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.А. Любимова. - Электрон. дан. - Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2016. - 88 с. (ЭБС Лань). - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76671>. - Загл. с
4. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс]: учебник / Ю.М. Зубарев. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 320 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/61360>. – Загл. с экрана.
5. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учеб. / В.Ф. Безъязычный. - Электрон. дан. - Москва: Машиностроение, 2016. - 568 с. (ЭБС Лань). - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107152>. - Загл. с экрана.

РАЗДЕЛ VII. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Бикметов Я.И., Яппаров А.А., Галимов Д.Ф.

Прочностной расчет вала поворота фрезерной головки установки в программе АПМ WinMachine

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ
(Россия, Уфа)

doi: 10.18411/lj-07-2021-25

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы, относящиеся к определению параметров детали и произведение прочностных расчетов в программе АПМ Win Machine. В работе предложен вал поворота фрезерной головки установки по ремонту подбарабannya комбайна.

Ключевые слова: Модель, вал, деталь, карта результатов, нагрузка, деформация, расчет.

Abstract

The article discusses issues related to the determination of the parameters of the part and the performance of strength calculations in the APM Win Machine program. In the work, a shaft of rotation of the milling head of the installation for the repair of the concave of the combine is proposed.

Keyword: Model, shaft, detail, map of results, load, deformation, calculation.

Введение. АРМ Win Machine – научный программный продукт, созданный на базе современных инженерных методик проектирования, численных методов механики, математики и моделирования, гармонично сочетающий опыт поколений конструкторов, инженеров механиков и других специалистов с возможностями компьютерной техники и технологий [1,2,3]. Данная программа обладает широкими функциональными возможностями для создания моделей конструкций, выполнения необходимых расчетов и визуализации полученных результатов. Использование этих возможностей позволит сократить сроки проектирования и снизить материалоемкость конструкций, а также уменьшить стоимость проектных работ и производства в целом. В связи с этим, именно эта программа является эффективным для расчета по нашему расходу меру [4,5,6].

Цель и задачи исследования.

Целью работы является освоение приемов моделирования устройства и определения оптимальных параметров конструкций вала в программном комплексе АРМ Win Machine.

Задачей данной работы является разработка модели вала поворота фрезерной головки установки, для ремонта подбарабannya комбайна. Изгибающий момент на валу механизма поворота во время фрезерования $M=120130 \text{ Н*м}$.

Методика исследования.

В моделировании технологического процесса работы вала были допущены некоторые допущения:

Для создания трёхмерной модели необходимо выбрать его основные конструктивно-технологические параметры из справочных источников.

Активировали Компас и создали документ Деталь: Файл -> Создать -> Деталь. Выберите плоскость XY в дереве модели (щелкните знак плюс рядом с меткой «Источник», нажимаем правой кнопкой мыши метку «Плоскость XY» в

раскрывающемся списке и выберите «Эскиз» в контекстном меню), «создать эскиз» [7,8,9].

Создаем контур будущей 3D-модели и ось симметрии, используя инструменты плоского рисования Compass-Graph, изученные в предыдущей главе. Или мы копируем все из чертежа дерева, вставляем его в окно документа со ссылкой на источник и удаляем любые объекты, которые не нужны для построения модели [10].

Прочностной расчет вала

На рисунке 1 приведена модель вала в программе Компас 3D.

Рисунок 1 – Модель вала

Рисунок 2 – Твёрдотельная модель вала с указанием сил и моментов и закрепления

В программе АПМ WINMACHINE указываются нагрузки и опоры (Рисунок 2, таблица 1).

Таблица 1

Нагрузки и крепление

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления			
Зафиксирован- ный-1		Объекты:	2 грани		
		Тип:	Зафиксированная геометрия		
Результирующие силы					
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая	
Сила реакции(N)	0.00683594	204.026	-580.987	615.77	
Реактивный момент(N.m)	0	0	0	0	

Производим разбитие на конечно-элементную сетку (Рисунок 3).

Рисунок 3 – Твёрдотельная модель разбитая КЭ сеткой

Таблица 3.6

Силы и реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	0.00683594	204.026	-580.987	615.77

После статического расчета получаем карты результатов (Рисунок 4-8)

Рисунок 4 – Карта напряжений вала

Рисунок 5

Рисунок 6 – Карта деформаций вала

Рисунок 7 – Карта запаса прочности вала

Рисунок 8 – Карта усталости вала

Вывод: Максимальные напряжения вала $4.019\text{e}+001\text{N/m}^2$ (40,2 МПа), максимальные перемещения $2.449\text{e}-002\text{mm}$ (0,0245 мм). Прочность вала и необходимая жесткость обеспечивается.

1. Ибрагимов Р.Р. Использование компьютерных технологий в учебном процессе / И.Р. Ахметьянов, Р.Р. Ибрагимов, Ф.Р. Сафин // В сборнике: Реализация образовательных программ высшего образования в рамках ФГОС ВО. Материалы Всероссийской научно-методической конференции в рамках выездного совещания НМС по природообустройству и водопользованию Федерального УМО в системе ВО. 2016. – С. 40-43.
2. Karimov Khasan. Reasoning Barley Grain Drying Modes for Vacuum-Infrared Drying Machines / Vladimir Martynov, Ildar Gabitov, Ildar Ganeev, Ilgam Masalimov, Valeri Permyakov, Ildar Ganeev, Ilnur Saitov and Bulat Saitov. // Journal of Engineering and Applied Sciences 13. – 2018. Special Issue 11. P.8803-8811.
3. Пермяков, В.Н. Проектирование камеры вакуумной инфракрасной сушильной установки в среде Arm Winmachine / В.Н. Пермяков, Х.Т. Каримов // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2015. – №3 – С. 111-113.
4. Масалимов И.Х. Расчёт подкапывающего рабочего органа с использованием программ ЭВМ / И.Х. Масалимов, Р.Р. Ибрагимов, Р.С. Глимшин // В сборнике: Перспективы инновационного развития АПК. Материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXIV Международной специализированной выставки "Агрокомплекс-2014". 2014. – С. 80-83.
5. Масалимов, И.Х. Обоснование параметров сушильной камеры вакуумной инфракрасной сушильной установки в среде ArmWinmachine / И.Х. Масалимов, Х.Т. Каримов // Материалы Международной научно-практической конференции «Аграрная наука в инновационном развитии АПК» посвящённой 85-летию Башкирского государственного аграрного университета, в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2015. – С. 269-273.
6. Набиев Т.С. О расчете ротационного сошника кукурузной сеялки с использованием APM WIN MACHINE / Т.С. Набиев, Р.Р. Ибрагимов // В сборнике: Повышение эффективности и устойчивости развития агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (в рамках XV Международной специализированной выставки "АгроКомплекс - 2005"). Министерство сельского хозяйства РФ, Министерство сельского хозяйства РБ, Башкирский государственный аграрный университет, Башкирский НИИ сельского хозяйства, Башкирская выставочная компания. 2005. – С. 79-80.
7. Khasanov E. Justification of parameters of seed treater with an eccentrically fixed drum influencing the motion character and seed treatment modes / E. Khasanov, I. Gabitov, S. Mudarisov, R. Khamaletdinov, Z. Rakhimov, I. Akhmetyanov, I. Farkhutdinov, I. Masalimov, R. Musin. // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2019. T. 25. № S2. C. 119-128.
8. Ардеев Ж.А. Прочностные расчеты с применением программы APM WINMACHINE / Ж.А. Ардеев, В.Н. Пермяков, А.В. Ефимов // Учебное пособие / Уфа, 2013. Том Часть 1.
9. Каримов, Х.Т. Разработка вакуумной инфракрасной установки для сушки зерна ячменя: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Каримов Хасан Талхиевич. – Уфа, 2019. – 195 с.
10. Пермяков В.Н. Использование компьютерных технологий при преподавании курса "Сопротивление материалов" / В.Н. Пермяков, И.Р. Ахметьянов, И.Р. Ганеев // В сборнике: Инновационные методы преподавания в высшей школе. Материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Башкирский государственный аграрный университет. 2012. С. 102-104.

Захаров И.В.

**Установка недеформирующего торможения пуля короткоствольного
огнестрельного оружия**

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-26

Аннотация

В статье показана разработанная установка контрольного отстрела короткоствольного огнестрельного оружия, обеспечивающая недеформирующее

торможение пуль, позволяя надёжно выявить и сохранить идентификационные следы от конкретного ствола оружия для работы разрешительно-лицензионного управления и федеральной пулегильзотеки.

Ключевые слова: пуля, гильза, нарезное огнестрельное оружие, идентификационные следы, недеформирующее торможение, контрольный отстрел, разрешение на оружие.

Abstract

In the article there is installation of monitoring shooting of the pistol's fire-arms, ensuring braking without deformation, allows to maintain identification tracks from the concrete weapon for operation of licence's management and federal company for storing of bullets and barrels.

Keywords: bullet, barrel, rifled weapon, identification tracks, braking without deformation, monitor shooting, the resolution to the weapon.

Системы аттестации приобретенного гражданами РФ оружия способствуют раскрытию преступлений в случаях противоправного использования огнестрельного нарезного оружия, поисках при утере или хищении оружия. Аттестация стрелкового оружия проводится по результатам контрольного отстрела с передачей отстрелянного материала в федеральную пулегильзотеку. В случаях несанкционированного или нештатного использования оружия проводят криминалистическую идентификацию пули по характерным следам на боковой поверхности пуль, гильз и капсюле, индивидуализирующее конкретный ствол оружия [1,2].

Высокую степень точности и достоверности проведения данной процедуры обеспечивают комплексные установки по улавливанию пули и дальнейшей ее идентификации на сканерах микроскопной развёртки боковых поверхностей. С целью сохранения информации в виде идентификационных признаков необходимо осуществлять улавливание пуль стрелкового оружия, обеспечивающее “мягкое” недеформирующее торможение, исключаяющее в процессе торможения нанесение дополнительных микродеформаций и следов от тормозных сред.

В настоящее время нормативно-правовым актом регламентируется и детализируется порядок и правила контрольного отстрела огнестрельного оружия с нарезным стволом, находящегося в обороте на территории Российской Федерации, учета, хранения и использования отстрелянных пуль и гильз (порядок отстрела регламентируется совместным приказом МВД и Росгвардии от 09.08.2018 №372/506). Изложены нормативные требования к организации контрольного отстрела и работ контрольного отстрела, наличию спецтехники и криминалистического оборудования.

Испытательные лаборатории и центры оснащены оборудованием для проведения контрольного отстрела огнестрельного оружия [3,4], так же для исследовательских работ по влиянию конструктивных особенностей пули на баллистические характеристики, оценки типа и степени износа стволов, влияющих на эксплуатационную надёжность и рыночную стоимость нарезного оружия в гражданском секторе [5-7].

В Самарском государственном техническом университете разработано и используется комплексное оборудование контрольного отстрела [3, 4], в том числе со скоростью пули в интервале 270 - 450 м/с, массой пули 2.6 – 10.2 г. и дульной энергией до 450 Дж для широко используемых пистолетов Макарова (ПМ), Токарева (ТТ), револьвера Наган, Парабеллума (таблица).

Таблица

Характеристики пуль и патронов короткоствольного огнестрельного оружия в соответствии с классами защиты

Тип оружия	Калибр и тип пули	Дульная скорость, м/с	Масса пули, г	Класс защиты
Револьвер Наган Пистолет Макарова Пистолет Вальтер-Олимпия Револьвер Смит-Вессон	7.62, свинец БО 9.0 ОБ/ПС 22 LRHV Lead / 5.6 БО 38 SpRN Lead / 9.6 БО	275-295 305-325 320 259	7.2 6.2 2.6 10.2	1
Пистолет ТТ Пистолет Парабеллум Пистолет-пулемет UZI	7.62, сталь ОБ/ПС 9.0 Para FMJ / 9.0 ОБ 9.0 Para FMJ / 9.0 ОБ	415-445 410 410	5.6 8.0 8.0	2

Примечание. ОБ – оболочечная свинцовая пуля, БО – свинцовая пуля без оболочки, ОБ/ПС – оболочечная пуля с простым стальным сердечником

Для недеформирующего торможения пули основным фактором является тормозная среда по применяемому типу материала, фракции, последовательности типов сред на баллистической осевой и укладка среды.

Конструктивное исполнение установки и все последующие изменения, дополнения и усовершенствования в конструкцию вносят после исследования и моделирования процессов торможения пуль, постепенного набора опыта и навыка работ с типами всех стволов и калибров, с постоянным совершенствованием техники безопасности работ на установках. Исследуются возможности, вероятности и причины отклонений пуль от единой баллистической осевой в зависимости от угла входа пули в тормозную среду [8]. Причины рикошета и многократных рикошетов пули от стенки внутри тормозного блока и всей установки. Отклонения от баллистической осевой под небольшими углами, под большими углами, неоднородности сред, локальных зон уплотнений, остатков элементов пуль предыдущих выстрелов. Кувыркание пули в тормозной среде, наматывание среды пуль на себя.

Рисунок 1. Схема установки контрольного отстрела короткоствольного оружия с дульной энергией до 450 Дж. 1-станина, 2- лафет с жёсткой и полужёсткой фиксацией ствола, устраняющий смещение назад при отдаче и подскоке ствола, 3 – улавливатель гильз, 4 – блок предварительного торможения, 5 – вертикальные листы резины окончательного торможения и останова пули, 6 – лист брони для предотвращения сквозного пробоя всей установки.

Схема установки торможения пуль короткоствольного оружия (рисунок 1) включает станину установки - 1, на которой смонтированы все узлы установки. Оружие устанавливается в держателе (лафете) – 2. Для улавливания экстрагируемых гильз применяется улавливатель, смещаемый и регулируемый, с толстой войлочной обивкой внутри - 3. Блок предварительного торможения с максимальной скоростью вхождения

пули включает тормозную среду-материал - набивку из бережной мягкой нитяной галантерейной резины - 4. Слои более жёсткой листовой резины технического назначения средней твёрдости ТМКЩ-С2, под тихоходную пулю - пулю на излёте, для окончательного торможения и останова пули – 5.

Изготовленная пистолетная установка контрольного отстрела с возможностью жёсткой фиксации и спуском от руки или, сняв узел зажима-фиксатора, вести свободную стрельбу с рук (рисунок 2). Применён навесной передвижной улавливатель под выброс стреляных гильз с наклонным накопителем на выходе; изнутри всё обклеено войлоком. В качестве дополнительных возможностей контрольного отстрела, при использовании сменного дополнительного тормозного оборудования (средний блок заменяется более длинным), на установке возможно производить контрольный отстрел автоматными и винтовочными патронами со стальными сердечниками - универсальность и целесообразность установки повышается на порядки. Отрицательным является повышенный расход листовой резины толщиной 2мм, расположенной шторами, если пакетом (до 38 слоёв), то расход обычный.

Рисунок 2. Установка контрольного отстрела пистолетная

Проведение контрольного отстрела заключается в производстве 3-х выстрелов. Оружие выставляется вдоль баллистической осевой линии. Производится дистанционный спуск. Начальная скорость пули определяется по хронографу “COMPETITIVE EDGE DYNAMICS (CED) Millennium”. Отстрелянный материал подлежит сбору, обработке и отправке.

1. ГОСТ Р 51112-97. Средства защитные банковские. Требования по пулестойкости и методы испытаний [Текст] – М.: Госстандарт России. - 2003. - 14 с.
2. Федеральный закон «Об оружии» в редакции от 22.12.2008 г. №272 – ФЗ.
3. Алексенцева, С.Е. Механизированный комплекс контрольного отстрела огнестрельного оружия [Текст] / С.Е. Алексенцева – Самара: Изд. НИЦ, «Л-Журнал», Тенденции развития науки и образования.- 2020. – ноябрь, №67, Часть 2. - С.20-23.
4. Алексенцева, С.Е. Недеформирующее торможение пули огнестрельного оружия с высокой дульной энергией [Текст] / С.Е. Алексенцева, И.В.Захаров - Самара: Вестник СамГТУ. Серия "Технические науки". - 2017.- N4(56). - С.114-120.
5. Калашников, В.В. Исследование влияния конструкции пули на процесс пробивания стальной преграды. [Текст]] / В.В.Калашников, С.Е. Алексенцева – Самара: Вестник СамГТУ. Серия "Технические науки". - 2009.- N2(24). - С.99-104.

6. Алексенцева, С.Е. Методика оценки типа и степени износа, влияющего на эксплуатационную надёжность и рыночную стоимость нарезного оружия в гражданском секторе [Текст] / С.Е. Алексенцева, И.В.Захаров – М.: Технология металлов – 2021.- №6. –С.49-54.
7. Алексенцева, С.Е. Процессы кинетики, деформации и разрушения при высокоскоростном ударе и бронепробитии. Уч.пособие. [Текст] / С.Е. Алексенцева - Самара: РИО СамГТУ.- 2-е изд.-2017. - 98 с. ISBN 978-5-7964-2052-2
8. Алексенцева, С.Е. Особенности траектории торможения пули в тормозной среде при контрольном отстреле огнестрельного оружия [Текст] / С.Е. Алексенцева - 2020. –Смоленск: Наукосфера – №12(2) –С.128-133

Песков А.В.

Эффективность применения схемы импульсной легирующей обработки с целью повышения стойкости бурильного инструмента для нефтяных и газовых скважин

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-27

Аннотация

Исследована эффективность применения импульсной легирующей обработки в виде расширяющегося высокоскоростного потока порошковых частиц для повышения стойкости бурильного инструмента при бурении нефтяных и газовых скважин.

Ключевые слова: бурильный инструмент, нефть, схема импульсной обработки, поток частиц, микролегирование, стойкость.

Abstract

There is operational effectiveness of pulsing treatment in the form of a dilated high-velocity flow of particles for stability of drilling tool at boring of oil and gas wells.

Keywords: drilling tool, oil, plan of explosive treatment, stream of particles, microdoping, stability.

Научные разработки в инструментальной отрасли наиболее широко представлены в области получения новых материалов в соответствии со спецификой использования их для конкретных инструментов и предназначены в основном для решения проблем упрочнения, износостойкости, приводящие к повышению работоспособности инструментов, повышению их стойкости [1]. Изготовление заготовок инструментов производится металлургическими способами с применением легированных материалов и последующей обработкой поверхности инструментов.

Актуальным направлением так же является дополнительная упрочняющая обработка специально подобранных материалов заготовок инструментов. Наиболее перспективными видами данной обработки являются импульсные и плазменные методы, лазерное упрочнение и легирование, взрывные технологии, обработка с применением воздействия внешних импульсов упрочняющих объектов и др.

Подбор упрочняющей технологии связан со спецификой области применения, условий работы и конструкции инструмента. Бурильный инструмент при добыче нефти и разработке газовых месторождений имеет сложную конструкцию. Для бурения твёрдых пород - это фрезерные и трёхшарошечные долота с шарошкой, работающей в условиях ударных нагрузок. Так, бурильные инструменты при нефте- и газовой добыче должны иметь высокую прочность в условиях системы внешних ударных силовых воздействий, причём справедливы требования по вязкой составляющей материалов. В условиях непрерывной многочасовой истирающей нагрузки инструменты должны иметь высокую износостойкость поверхности [1,2].

Данная работа предлагает использовать направление по обеспечению необходимых прочностных характеристик инструмента за счёт использования импульсной обработки заготовки методом воздействия потока высокоскоростных частиц, метаемых энергией взрыва [3]. В качестве заготовки предложено использовать вольфрамокобальтовые быстрорежущие инструментальные стали Р9К5, РМ4К8 и Р6М5К5 (5.7-6.7%W, 4.8-5.3%Mo, 4.7-5.2%Co) [4]. В результате данной обработки высокоскоростным потоком порошковых частиц размером 10-100 мкм, метаемых со скоростью 1-3 км/с, происходит проникание частиц на глубину порядка тысячи их исходных размеров ударников. При метании частиц никеля, вольфрама, хрома, железа, карбида хрома, карбонитрида титана получены объёмно-легированные материалы с высокими прочностными характеристиками. Реализуется повышение прочностных параметров материалов в объёме проникающих частиц на глубине до десятков миллиметров, обеспечивается повышение износостойкости [3,4]. Упрочняющий эффект достигается за счёт появления микроканалов в процессе проникания частиц, формирования пластически деформированной структуры и армирования микроканалов [5-7].

Изначально в работах [3,8] для метания частиц были использованы кумулятивные ускорители различной конструкции с различными типами кумулятивных выемок. В соответствии с механизмом образования кумулятивной струи поток высокоскоростных частиц формируется на фокусном расстоянии, которое соотносится с минимальным расстоянием заряда от преграды, при котором кумулятивный пробивающий эффект максимален. Глубина пробития достигается на оптимальном фокусном расстоянии от преграды, которое изменяется в зависимости от конструкции заряда, материала облицовки, в данном случае от физических параметров порошка. Функции кумулятивной облицовки выполняет слой частиц, расположенных в кумулятивной выемке [9]. Происходит перераспределение энергии между продуктами детонации энергонасыщенных материалов (ЭНМ) и материалом частиц. Идёт переход части материала в кумулятивной выемке в кумулятивную струю. Основная часть энергии активной части кумулятивного заряда концентрируется в слое порошковых частиц, формируя высокоскоростной поток. Формируется большая плотность энергии в потоке частиц.

Кумулятивные эффекты при формировании высокоскоростного потока частиц приводят к интенсивному кратерообразованию на поверхности обрабатываемого материала. Имеется ударное размывание и вынос материала. Взрывной ускоритель с конической кумулятивной выемкой показан на рис.1. С помощью детонатора - 1 производится инициирование заряда - 2. Навеска порошка находится внутри кумулятивной выемки - 3. При использовании данной схемы взрывного ускорителя получаем высокоскоростной поток, параметры которого зависят от массы и диаметра заряда, параметров кумулятивной выемки. Использование зарядов большой массы и мощности приводит к необходимости увеличения массы навески порошка, что не эффективно, т.к. приводит к значительным потерям порошковой навески.

Рис.1. Схема ускорителя с кумулятивной выемкой, 1 - детонатор, 2 - заряд ЭНМ, 3 - навеска порошка

Создана схема обработки повышенной эффективности при однократном воздействии на материалы за счёт увеличения равномерности плотности и площади обстрела струёй дискретных частиц [10]. Данную установку предлагается применить для обработки заготовок вольфрамо-кобальтовых сталей бурильных инструментов для разработки нефте- и газовых скважин.

Рис.2. Схема ускорителя с максимальным охватом площади обработки,
1 – детонатор, 2 – заряд ЭНМ, 3 – метаемый порошок

В данной схеме ускорителя частиц (рис.2) заряд ЭНМ конструктивно представляет цилиндр, нижняя часть которого имеет форму сферического сегмента с радиусом R . На сферическую поверхность наносят метаемый слой порошковых частиц. Инициирование заряда осуществляется с помощью электродетонатора - 1. После инициирования заряда - 2 формируется метательный конус потока высокоскоростных частиц - 3 с радиусом раствора r равномерной плотности и максимальной площадью обстрела за счёт применения в конструкции сферической поверхности [10]. При этом реализуется сверхглубокое проникание частиц и объёмное микролегирование заготовки инструмента [11-12].

Таким образом, предлагается для импульсной объёмно-легирующей обработки с целью повышения стойкости и эксплуатационной надёжности бурильного инструмента для нефтяных и газовых скважин использовать эффективную импульсную схему обработки, основанную на взрывном метании порошковых частиц в виде расширяющегося конуса.

1. Мингазов, Р.Р. Долота для бурения по твёрдым породам [Текст] /Р.Р.Мингазов, А.М.Шарипов. – М.:Бурение и нефть. – 2012.- №12.- С46-48.
2. Коршунов, Л.Г. Влияние воздействия ускоренного взрывом потока частиц SiC на микроструктуру и трибологические свойства износостойкой хромомарганцевой метастабильной аустенитной стали / Л.Г.Коршунов, С.М.Ушеренко, Н.Л.Черненко, О.А.Дыбов // ФММ. - 2005.- Т.100. - N3. - С.95-103.
3. Ушеренко, С.М. Сверхглубокое проникание частиц в преграды и создание композиционных материалов [Текст] / С.М. Ушеренко. - Минск: НИИ Импульсных процессов. - 1998. – 210 с.
4. Марочник стали и сплавов [Текст]. 4-е изд. Под общей редакцией Ю.Г.Драгунова и А.С.Зубченко / Сост. Драгунов Ю.Г., Зубченко А.Г., Каширский Ю.В., Дегтярёв А.Ф., Жаров В.В., Колосов М.М., Орлов А.С., Скоробогатых В.Н. – М.:2014.-1216 с.
5. Ушеренко, С.М. Современные представления о комплексе физических эффектов в условиях сверхглубокого проникания [Текст]/ С.М.Ушеренко, А.С.Калиниченко, К.И.Чой, В.И.Овчинников // Труды международной конференции «VII Харитоновские тематические научные чтения» - Саров, 14-18 марта. - 2005.- С.520-526.
6. Алексенцева С.Е., Кривченко А.Л. Исследование особенностей обработки металлов и сплавов высокоскоростным потоком дискретных частиц, разогнанных энергией взрыва канальных зарядов и другими динамическими методами [Текст] / Вестник СамГТУ. Серия "Технические науки". - 2013.- N2(38). - С.71-78.

-
7. Алексенцева, С.Е. Дисперсноупрочнённые материалы для биомедицины, полученные обработкой высокоскоростным потоком дискретных частиц, разогнанных энергией взрыва [Текст]/ С.Е.Алексенцева // Образование. Наука. Научные кадры. -2015.- №2.- С.250-253.
 8. Андиловко, С.К. Осесимметричный взрывной ускоритель с конической выемкой, заполненной порошком [Текст]/ С.К.Андиловко, О.А.Дыбов, О.В.Роман // ИФЖ. - 2000. - Т.73. - N4. - С.797-801.
 9. Физика взрыва [Текст]/ Под ред. Л.П.Орленко. – Изд. 3-е, переработанное. – В 2-х томах - Т.1.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 656 с.
 10. Алексенцева, С.Е. Повышение эффективности обработки материалов потоком высокоскоростных дискретных частиц [Текст] / С.Е. Алексенцева. - Вестник СамГТУ. Серия "Технические науки". - 2015.- N1(45). - С.142-145.
 11. Алексенцева, С.Е. Упрочнение сварного шва рельсового стыка [Текст] /С.Е.Алексенцева. - Вестник СамГТУ. Серия "Технические науки". - 2016.- N1(49). - С.130-137.
 12. Алексенцева, С.Е. Взрывное микролегирование и упрочнение потоком высокоскоростных частиц сварных швов рельсовых стыков и конструкций [Текст] / С.Е. Алексенцева, И.В. Захаров. - Технология металлов. - 2018. - N10. - С.18-24.
-

РАЗДЕЛ VIII. ТРАНСПОРТ

Мельников С.Е., Панюшкина А.А., Чертовских А.С.
Преимущества и недостатки роботизированных складов

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический
университет
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-28

Аннотация

Данная статья посвящена роботизации складских процессов. Определены положительные и отрицательные моменты внедрения роботов на склад. Актуальность темы обусловлена тем, что в настоящее время многие люди вынуждены трудиться на складах крупных фирм на низкооплачиваемой, физически тяжелой работе. Повышение грузопотоков остро ставит проблему автоматизации складских и логистических операций.

Ключевые слова: робототехника, автоматизированные транспортные средства, автоматизированные системы хранения и поиска, кобот, коллаборативные роботы.

Abstract

This article is devoted to the robotization of warehouse processes. The positive and negative aspects of the introduction of robots into the warehouse have been identified. The relevance of the topic is due to the fact that at present many people are forced to work in the warehouses of large firms in low-paid, physically hard work. The increase in freight traffic raises the problem of automation of warehouse and logistics operations.

Keywords: robotics, automated vehicles, automated storage and retrieval systems, cobot, collaborative robots.

На складе постоянно необходимо следить за множеством процессов для того, чтобы качественно и эффективно выполнить заказ. Для оптимизации работы и сокращения затрат менеджеры используют приложения, различные цифровые системы управления, технологические инструменты.

Робототехника – интенсивно развивающаяся сфера, основная задача которой является автоматизация производственной и общественной жизни людей. Инженеры-мехатроники в течение последних десяти лет усердно работали над объединением технологических разработок – искусственный интеллект и интернет ресурсов, и добились успеха.

Внедрение на склад роботов может принести массу преимуществ для логистических компаний. Во-первых, повышение производительности, сотрудникам не придется выполнять монотонную работу. Во-вторых, снижение количества ошибок из-за человеческого фактора. В-третьих, экономия пространства благодаря небольшим размерам современных роботов. В-четвертых, повышение безопасности. Снижается вероятность несчастных случаев, так как большинство работ на опасных участках будет выполнять искусственный интеллект. В-пятых, быстрая реализация, введение роботов в рабочий процесс длится примерно от 5 до 7 недель в зависимости от специфики операций [1].

К сожалению, имеются недостатки роботизации складских помещений. В российских складах очень редко можно встретить автоматизированное и роботизированное оборудование. Основная причина отсутствия роботов – финансовые

вложения. На рынке очень высокие цены на современное оборудование, поэтому многие компании даже не пытаются внедрить подобное оборудование.

По расчетам ГК A Plus Development расходы на автоматизации и роботизацию складского комплекса сопоставимы, а то и превышают в 2 раза расходы на строительство самого объекта. «В передовых странах экономическая эффективность подобных вложений обеспечивается льготами в налогообложении и экономией на оплате труда. В России оба параметра существенно ниже, что делает автоматизацию значительной части складских процессов экономически невыгодной», – говорит Сергей Кайдановский, исполнительный директор «А Плюс Инжиниринг» (структура ГК A Plus Development) [2].

Второй причиной является снижение вариантности функциональных областей склада в угоду полной автоматизации. Техника в отличие от человека не может быть мультизадачной, она выполняет конкретные функции, для которых создана.

Также встает вопрос окупаемости. Современное оборудование может окупаться годами и поэтому российские компании не хотят делать такой рискованный шаг и внедрять новое оборудование. Руководители компании понимают, что в ближайшие годы снижение расходов на персонал не окупит новое оборудование и поэтому не видят смысла инвестировать модернизацию.

«Сроки окупаемости таких инвестиций гораздо больше, чем 5–7 лет, а это в реалиях нашей экономической и политической ситуации срок немалый. Поэтому, анализируя такие вложения, компании, как правило, пытаются понять, смогут ли они существовать в тех же реалиях еще 10–15 лет», – отмечает Георгий Иващенко, руководитель проектов VENTRA Industrial [2].

В настоящее время идет значительный технический прогресс, но на данный момент невозможна полностью роботизировать склад. Склады внедряют современное оборудование, но даже оно не может работать без участия человека. Оператор по-прежнему необходим, когда происходит сбой в системе или более сложные задачи.

Внедряя роботов на склад, работодатель в первую очередь должен быть готов к тому, что техника может дать сбой и нанести ущерб товару или сотруднику. Любая техника может выйти из-под контроля, и компания понесет финансовые убытки. Так как в России данная система не очень развита, можно привести примеры из других стран. Склад Amazon считается самым роботизированным складом, численность роботов намного превышает сотрудников, но нельзя сказать, что там все хорошо работает. Например, в 2018 году в компании Amazon робот на складе проткнул баллончик со средством для отпугивания медведей в результате чего 24 человека были отправлены в больницу. На складах компании очень часто происходят травмы, связанные со сбоем в системе, но уже сколько лет Amazon не может решить данную проблему, так как всегда появляется новая проблема. Но компания уже не может отказаться от роботов, им легче выплатить компенсацию и отремонтировать систему, потому что, если они уберут всех роботов, человек не сможет справиться сам с такой нагрузкой. В России не так сильно происходит внедрение роботов, поэтому нет серьезных зарегистрированных случаев сбоев роботов.

Виды роботов на складе

Автоматизированные транспортные средства (AVG).

AVG – это мобильный робот, которые перемещают по полу объекты без бортового оператора или водителя, передвижение происходит по предсказуемой траектории с точно контролируемым ускорением и замедлением, ориентация в пространстве осуществляется с помощью магнитной ленты, цветной дорожки, рельсов, лазера, камеры или GPS. Автоматизированное транспортное средство оснащено

бампером автоматического обнаружения препятствий за счет этого обеспечивается безопасное перемещение груза [3].

Главная функция мобильного робота – транспортировка объектов.

Существует несколько типов автоматизированного транспортного средства:

Автоматизированные тележки – транспортное средство, способные перевозить один тип предмета, например, рулон, двигатель. Самый простой вид с минимальными функциями и стоимостью реализации. Данные роботы отбирают товары с конвейерной ленты, сканируют и распределяют по лоткам, ориентируясь на определенные пин-коды. Примерная стоимость – 620 000 руб.

Вилочный погрузчик – транспортное средство, которое перевозят грузы на вилках или на палубе. Примерная стоимость – 2 400 000 руб.

Буксировщики с автоматическим управлением – силовой механизм, буксирующий серию безмоторных прицепов, каждый из которых несет груз. Достоинства данного вида, что они перевозят крупный груз на большие расстояния. Примерная стоимость – 950 000 руб.

Беспилотники – в основном используются на складах с высокими полками. Примерная стоимость – 590 184 000 руб.

Критерии выбора системы AVG – вес груза, условия на месте эксплуатации: влажность, температура, совместимость с логистической системой, существующей на складе.

Автоматизированные системы хранения и поиска (AS/RS)

AS/RS – система с компьютерным управлением, которая помогает автоматизировать управление запасами и хранить/получать товары по запросу.

Главная функция робота – ускорение выполнения заказов и погрузочно-разгрузочных операций.

Типы автоматизированных систем хранения поиска.

Краны AS/RS с единичной нагрузкой. Системы AS/RS с единичной нагрузкой, как правило, используются для обработки больших и тяжелых грузов от 1000 до 5500 фунтов. Примерная стоимость – 850 000 руб.

Подвижный мостовой кран AS/RS. AS/RS с модульной загрузкой с подвижным проходом представляет собой подъемный кран, перемещающийся между узкими проходами поддонов по какой-то дорожке. Примерная стоимость – 3 200 000 руб.

AS/RS карусели. Карусельные системы AS/RS состоят из стеллажа, похожего на лифт. Работа системы построена на принципе «товар к человеку». Примерная стоимость – 2 950 000 руб.

Критерии выбора системы AS/RS – бизнес-цикл, операционные цели, инвестиционный капитал.

Кобот или коллаборативные роботы.

Коллаборативные роботы – это полуавтономные мобильные роботы, предназначенные для совместной работы робота и человека в пространстве склада. Кобот состоит из программируемого устройства и манипулятора, датчика контроля положения человека [4, 5].

Главная функция коллаборативного робота – помощь в решении задач, которые нельзя полностью автоматизировать – контроль качества, сварка, склеивание, лабораторный анализ, упаковка и укладка на поддон, сортировка деталей. Примерная стоимость – 2 100 000 руб.

В заключении хочется сказать, что уже в настоящее время возможно роботизировать большинство операций складского учета, но, конечно, для полноценного внедрения современных технологий требуются изменения бизнес-процессов компаний. Новейшие комплексные решения следует внедрять в складские

комплексы постепенно, предварительно оценивая экономический эффект на каждом этапе.

1. Интегрированные логистические системы доставки ресурсов: (теория, методология, организация) / И. А. Еловой, И. А. Лебедева. – Минск: Право и экономика, 2011. – 460 с.
2. Камазинская Е. Время роботов еще нее пришло / Е. Камазинская // Склады и логистика. – 2018 – №12. – С. 37-41.
3. RoboTrends. – RoboCV X-Motion NG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/robopedia/robocv-x-motion-ng> (дата обращения: 27.04.2021 г.).
4. Representing the global robotics industry. –Frankfurt: International Federation of Robotics, 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe> (дата обращения: 07.05.2021 г.).
5. RoboTrends. Складские роботы – участники рынка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/robopedia/skladskie-roboty-uchastniki-rynka> (дата обращения: 07.05.2021 г.).

Павлова Л.В., Хубежов С.И., Тедеев И.С.

Применение инновационных технических средств для повышения уровня безопасности пешеходов

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-29

Аннотация

Одной из причин дорожно-транспортных происшествий с высокой смертностью является наезд на пешехода. Применение инновационных технических устройств может снизить уровень таких ДТП.

Ключевые слова: автомобильные дороги, безопасность дорожного движения, пешеход, пешеходный переход.

Abstract

One of road accidents factor with the high mortality rate is pedestrian collision. Using innovative technical devices may reduce this type of road accidents.

Keywords: highways, road traffic safety, pedestrian, crosswalk.

В общемировом рейтинге обеспеченности автомобилями позиция Российской Федерации располагается среди первых пятидесяти стран. Такой высокий уровень автомобилизации требует обеспечения такого же высокого уровня безопасности дорожного движения. В частности, необходимо обеспечивать безопасность движения наиболее незащищенных участников дорожного движения – пешеходов.

Учитывая тот факт, что зачастую ДТП с пострадавшими пешеходами происходят на полностью оборудованных в соответствии с требованиями нормативных документов пешеходных переходах, необходимо рассматривать применение инновационных технических средств.

С целью увеличения дальности видимости дорожных знаков 5.19.1/2 «Пешеходный переход» и заблаговременного предупреждения водителей о приближении к пешеходному переходу могут применяться дорожные знаки со внутренней светодиодной подсветкой. Роль источника света выполняет светодиодная матрица, срок службы которой составляет не менее 45000 часов. Корпус таких знаков выполняется из полимерных материалов, устойчивых к ультрафиолетовому излучению. В качестве источника питания может выступать аккумуляторная батарея, заряжаемая от солнечных панелей, также можно выполнить подключение знаков к постоянной сети электропитания.

Дорожный знак 5.19.2 «Пешеходный переход» со внутренней светодиодной подсветкой

Для обеспечения видимости границ пешеходного перехода в местах, необеспеченных стационарным освещением, возможно применение автономных катафотов с импульсной индикацией. По своей сути данные устройства являются заменой дорожным катафотам типа КДЗ-Ж2. В отличие от дорожных катафот, которые отражают свет автомобильных фар, автономные катафоты сами являются источниками света.

В корпусе устройства расположены солнечные панели, которые в течении светового дня накапливают во встроенном аккумуляторе электрическую энергию. С наступлением сумерек начинают работать светодиоды, причем световые сигналы заметны как при нормальных погодных условиях. Так и при наличии тумана. Прочный корпус обеспечивает прочность конструкции как к наездам различных транспортных средств, так и к изменениям окружающей среды. Крепление катафотов к покрытию проезжей части может быть обеспечено анкерными болтами, дюбель-шурупами или мастикой.

Автономный катафот с импульсной индикацией

Для привлечения заблаговременного внимания водителей транспортных средств также может применяться проекционная горизонтальная дорожная разметка пешеходных переходов.

Данная технология не является полной заменой горизонтальной дорожной разметки 1.14.1 «Пешеходный переход», выполняемой с применением лакокрасочных или термопластичных материалов, а лишь дублирует ее в темное время суток и в условиях ограниченной видимости.

Над проезжей частью устанавливают светодиодные проекторы, которые проецируют дорожную разметку 1.14.1 «Пешеходный переход» в бело-желтом исполнении. На каждые 2 полосы движения транспорта необходима установка 1 проектора.

Проекционная горизонтальная дорожная разметка пешеходного перехода

В целях улучшения видимости пешеходов может применяться интеллектуальная система освещения пешеходных переходов SecurOS Soffit. Данная система сопровождает световым потоком пешеходов, переходящих проезжую часть по пешеходному переходу.

Работа данного продукта заключается в комплексной работе трех основных элементов:

- блока интеллектуального контроля (контроллера);
- специализированной видеокамеры (детектора);
- модульного (8 светодиодных модулей) светодиодного прожектора белого света.

Оборудование монтируется на опору, расположенную вблизи пешеходного перехода.

При отсутствии пешеходов прожектор работает в режиме статичного освещения, световой поток ограничен 20% от максимального значения. Наличие пешеходов на переходе фиксируется детекторами, в то же время происходит определение направления их движения, активируется динамический режим подсветки, обеспечивающий сопровождение движения пешехода. При этом динамическая подсветка задействует 100% мощности конкретного светодиодного модуля, остальные модули продолжают работать в режиме статичного освещения.

Принцип работы SecurOS Soffit

Принцип работы рассмотренных выше инновационных технических средств связан с обозначением в условиях недостаточной видимости световым потоком границ пешеходного перехода, либо освещением пешеходов. Применение данных решений вкуче с техническими средствами организации дорожного движения, предусмотренными действующими нормативными актами, позволит повысить уровень безопасности дорожного движения, и движения пешеходов, в частности.

1. «ГУОБДД МВД России» Официальный сайт Госавтоинспекции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru/> (Дата обращения:20.05.2021);
2. Официальный сайт Правительства Самарской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.samregion.ru/>(дата обращения:20.05.2021);
3. ГОСТ Р 52289-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств;
4. ISS — Интеллектуальные Системы Безопасности. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iss.ru/products/securos-soffit> (Дата обращения:20.05.2021).

РАЗДЕЛ IX. АРХИТЕКТУРА

Кудрявцев И.А.

Клетские храмы деревянного зодчества на примере часовни Успения Богоматери в деревни Васильево (о. Кизи)

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
(Россия, Санкт-Петербург)*

*doi: 10.18411/lj-07-2021-30***Аннотация**

В работе рассмотрены конструктивные решения клетских построек. Раскрыты этапы полной переборки строения с указанием изменений в конструкциях часовни.

Проведен сравнительный анализ различных угловых соединений присущих памятникам деревянного зодчества.

Проанализированы плотницкие приемы формирования безгвоздевой кровли, позволяющей продлить срок службы деревянного настила и минимизировать ремонтные работы.

Ключевые слова: клетские постройки, несущие конструкции, деревянное зодчество, плотницкие узлы.

Abstract

The paper considers the constructive solutions of cell buildings. The stages of the complete bulkhead of the building are revealed, indicating changes in the structures of the chapel.

A comparative analysis of various angular connections inherent in the monuments of wooden architecture is carried out.

Carpentry techniques for the formation of a nailless roof are analyzed, which makes it possible to extend the service life of a wooden flooring and minimize repair work.

Keywords: cage buildings, load-bearing structures, wooden architecture, carpentry units.

Деревянные клетские храмы наиболее часто встречающаяся постройка на территории России, а особенно в Заонежье, до XX века. Это здания, состоящие из нескольких клеток – прирубленных друг к другу прямоугольных помещений. Самой старой бревенчатой клетью на острове Кизи является часовня Успения Богоматери в д. Васильево [1, 2]. Простые и лаконичные формы бревенчатых клеток показывают, с чего начиналось деревянное зодчество в России, и до каких вершин дошли мастера [3]. Часовня, расположенная на берегу озера, служила ориентиром для лодок, проплывающих по водному пути, поэтому ее архитектурный вид особенный.

Купол, в виде луковки с крестом, который завершает клеть молельной комнаты, приподнят на шее (глухом барабане, который несет главку). Это придавало сооружению более высотный характер (см. рис. 1).

Рис. 1. Часовня Успения Богородицы, д. Васильево

Здание построено во второй половине XVII–XVIII вв., между 1702 и 1705 гг. Датировка подтверждается рядом конструктивных особенностей часовни, состоянием и видом обработки бревен. В начале XVIII века это было небольшое сооружение, состоящее из двух разновысоких клеток – молельни и трапезной. Площадь трапезной значительно превышала размеры молельного помещения, что объясняется использованием помещения для крестьянских сходов в XVIII веке. Таким образом, можно сказать, что храм использовался и для мирских нужд.

Трапезная была оборудована широкими пристенными лавками с резным подзором по всей длине. Храм несколько раз подвергался полной переборке. Первая переборка состоялась еще в 19 веке. К часовне была пристроена звонница, увеличен объем внутренних помещений благодаря пристройке с запада сеней, подведенных под одну крышу с трапезной. Благодаря этому часовня приобрела более нарядный и живописный вид. Звонница, крыльцо, свесы крыши были украшены резными подзорами, причелинами, по коньку крыши был установлен резной гребень. С запада к часовне пристроили крыльцо.

Вторая переборка происходила в 1978 году [4]. Нижние венцы сруба, возвышавшегося на сложенном из валунов фундаменте на заболоченном берегу, быстро приходили в негодность. После разборки сруба был сделан столбчатый фундамент на глубину промерзания и восстановлены два утраченных нижних венца. Стоит отметить особенность постройки в Заонежье: окладные венцы были того же диаметра и длины, что и стеновые. В других же аналогичных постройках на территории России использовались бревна большего диаметра и длиннее.

Часовня построена в форме линейно расположенных бревенчатых клеток, восточная часть часовни, предназначенная для богослужений, имеет купол, крытый осиновым лемехом, на наклонной крыше. В нижней западной клетке находится трапезная. Над западной стороной расположена небольшая восьмигранная колокольная башня, коническую крышу которой венчает купол с крестом. Часовня сооружена из сосновых бревен, соединенных «в обло» [5]. Характерной особенностью рубки «в обло» (в чашу) является то, что концы бревен выступают за стену сруба на 25–30 см. С одной стороны это приводит к некоторому перерасходу древесины и сокращению внутренней площади помещения, но при этом такое соединение весьма надежно.

Увеличение надежности, при использовании этого узла, связано со снижением вероятности раскалывания древесины при рубке чаши. Кроме того, врубки с остатком обеспечивают теплотехнические свойства бревенчатой стены, так как снижается возможность проникновения влаги в саму врубку, углы постройки не промерзают, и снижается вероятность образования трещин [6]. У сруба, выполненного «в обло», углы хорошо защищены от ветра, а сам сруб получается очень устойчивым. Благодаря этим положительным свойствам, данные узлы применялись мастерами часто.

Звонница часовни выполнена по традиционной схеме. Это поднимающийся над основным четвериком (четырёхгранным срубом) восьмигранный сруб звонницы, где вешался колокол, а на столбах звонницы – конусообразный «шатёр», заканчивающийся «барабаном», «главкой» и вертикалью креста. Верх и низ звонницы имеют широкую наклонную опушку из заострённых дощечек – «полицы». Они имеют большое декоративное значение, но основная их задача – отводить дождевую воду от несущих конструкций. Соединения восьмерика звонницы с четвериком – самое уязвимое место для проникновения дождевой воды и, соответственно, устойчивости конструкции во времени. Для отвода воды небольшая красивая опушка из остроконечных дощечек делается под главками и под барабанами.

Восьмерик основания колокольной башни срублен «в лапу» (рис. 2). Данное угловое соединение использовалось реже, поскольку высока степень сложности, и оно более подвержено проникновению холодного воздуха. Но при его использовании экономится строительный материал так как используется вся длина бревна.

Рис. 2. Угловое соединение «в лапу» на звоннице часовни.

Бревенчатые стены северного и южного фасадов часовни Успения Богородицы прорезаны небольшими трехкосячатыми окнами. Три косяка соединены между собой на ус (рис. 3). По одному окну на южной и северной стене молельни и сеней, в трапезной на южной стене два окна, на северной одно. Данный вид окон более совершенен по сравнению с волоковым [7]. Все помещения часовни Успения Богородицы расположены по одной оси: потолки в сенях и трапезной горизонтальные по балкам, расположены в одном уровне. Потолок молельни расположен выше и имеет вид «неба» – в центре массивный круг – замковое кольцо, в которое упираются наклонно идущие балки – тябла. Пространство между тяблами заполнялось большими иконами, на которых выполнены изображения ангелов (нач. XVIII в.).

Рис. 3. Косячное окно

Конструкция крыши над трапезной Успенской часовни двухскатная и называется «безгвоздевой». Данный вид покрытия использовался мастерами достаточно часто, так как был прост в изготовлении, и гвоздей не требовалось для формирования кровли.

Безгвоздевая кровля обеспечивала надежную защиту от дождей, а в случае выхода из строя легко ремонтировалась. Нижней стороной доски крыши вставлялись в паз толстого горизонтально бревна – «потока». «Поток» - имел вид лотка, для слива воды и опирался на «курицы». «Курицы» – тёсанные стволы елей с отрезком корня, отходящего от ствола вверх под прямым углом. Верхние концы досок кровли вставлялись в углубление, верхней следи, которая называлась «князевой». Слеги сверху закрывались сверху «шеломом». Таким образом «шелом» соединял два ската кровли. Конец «шелома», выходящего за фасад постройки выполняли замысловато

выстроганными в верхней части, и оживлявшими вид прямого горизонтального конька. Каждая доска крыши вытёсывалась не плоской, а в виде лотка – для слива воды. Под верхним слоем досок находился нижний слой – «подтёсок», а между ними стелился сплошной слой бересты. Береста снижала вероятность загнивания.

Часовня Успения Богоматери – использовалась для служения в теплое время года (без печки). Холодные храмы более долговечны, чем зимние, так как в них нет разницы температур внутри и снаружи, их брёвна кладутся друг на друга без прокладки мхом, таким образом, формируется система естественной вентиляции. Всё это способствует быстрому просыханию брёвен после дождей, отсутствию грибка и гнили. Именно этому знанию старых мастеров мы обязаны тем, что многие церкви и часовни, построенные 200–300 лет назад, дожили до наших дней.

1. Мельников И.В. Кижский. Альбом-путеводитель по музею-заповеднику. Петрозаводск: Издательский центр музея-заповедника «Кижский», 2012. – 176 с.
2. Миронова С.И. Летний университет на острове Кижский. В сборнике: АРХИТЕКТУРА – СТРОИТЕЛЬСТВО – ТРАНСПОРТ. Материалы 71-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. 2015. С. 59-63.
3. Серов Е.Н., Миронова С.И., Егоров В.В. Усиление балок нижнего четверика Преображенской церкви на о. Кижский по новым требованиям служб ЮНЕСКО. Вестник гражданских инженеров. 2017. №5 (64). С. 57-61.
4. <http://arc-restore.ru/objects04.html>
5. А. В. Ополовников, Г.С. Островский. Русь деревянная. М. «Детская литература», 1981. – С. 198.
6. Миронова С.И. Снижение образования трещин на оцилиндрованных бревнах при использовании масляно-восковых защитных составов. Вестник гражданских инженеров. 2015. №3(50). С. 167-170.
7. Попов В.А. Обрамление и заполнение оконных проемов. Традиционное строительство из дерева и плотницкое ремесло. М.: Институт наследия. 2019. С. 253-279.

Максимова К.А.

Влияние взаимосвязи города и университетов на формирование комфортной среды

*Томский Государственный Архитектурно-Строительный университет
(Россия, Томск)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-31

Аннотация

В статье рассматривается понятие «университетский» город. Говорится о том, что в современном мире у студентов есть потребность не только в получении качественного образования, а также запрос на комфортное жильё и комфортное окружающее пространство с наличием необходимой инфраструктуры. Идёт речь о том, что у университетов и города должна быть взаимовыгодная связь, тесное сотрудничество, так как у университетов большое количество пользователей, и оно не ограничивается лишь студентами и сотрудниками, а также жители города пользуются его благами, поэтому необходимо ориентироваться и на их запросы. Важно то, каким образом университетская среда приглашает в себя горожан, и как происходит её вживание в ткань города. Таким образом, для удовлетворения потребностей всех слоёв населения, вузы должны сосредотачиваться не только на развитии качества образования, а также обращать внимание на развитие своей территории и увеличение качества инфраструктуры.

Ключевые слова: «университетский» город, инфраструктура, городская среда, город, интеграция, взаимосвязь, структура, городское пространство, университетская среда, университет.

Abstract

The article deals with the concept of "university" city. It is said that in the modern world, students have a need not only for a high-quality education, but also a request for comfortable housing and a comfortable environment with the necessary infrastructure. We are talking about the fact that universities and the city should have a mutually beneficial relationship, close cooperation, since universities have a large number of users, and it is not limited only to students and employees, but also city residents enjoy its benefits, therefore, it is necessary to focus on their needs. ... It is important how the university environment invites the townspeople, and how it is implanted into the fabric of the city. Thus, in order to meet the needs of all segments of the population, universities should focus not only on the development of the quality of education, but also pay attention to the development of their territory and an increase in the quality of infrastructure.

Keywords: "university" city, infrastructure, urban environment, city, integration, interconnection, structure, urban space, university environment, university, university.

Развитие университетов является результатом развития цивилизации в стране в целом и в городе в частности. Университеты во многом способствовали улучшению качества города, его среды, повышению уровня образования его жителей и развитию других благ, так происходит и сейчас. Вузы играли и продолжают играть ключевую роль в городской экономике и являются эпицентром городского сообщества и ядром окружающего пространства [1]. В современном мире всё чаще можно услышать такое словосочетание как «университетский» город. В основном его интерпретацию можно встретить в зарубежных источниках, а вот в России ни в одном нормативном документе так и нет чёткого определения этого понятия.

Согласно А.В. Богомолову, «университетский» город – это населенный пункт, в котором большую часть населения составляют студенты [2]. Однако следует понимать и тот факт, что для «университетского» города характерно не только наличие вузов и студентов, а также взаимосвязь университетов и города, а ещё сознательное позиционирование себя как «университетского», в котором научно-образовательная функция превосходит над всеми остальными [3].

В современном мире у студентов есть потребность не только в качественном образовании и комфортном жилье, а также в наличии комфортного пространства для отдыха, для спорта, для саморазвития и т.д. Мировая практика показывает, что студенты ориентируются не только на престиж университета и уровень его академической успешности, а также на доступность комфортного жилья, качество окружающей среды и наличие другой необходимой инфраструктуры. Одним из спикеров на открытой лекции «Новый центр городской жизни: тенденции развития межвузовских кампусов» в рамках программы «Городские практики» была Яна Козак – директор проектов КБ Стрелка. Она убеждена, что развитие университетов невозможно без развития территорий, без развития комфортного жилья, развития общественных пространств, лабораторий и т.д. [4]. У университета большое количество пользователей, он предназначен не только для студентов и сотрудников, а также и для горожан, поэтому потребность в инфраструктуре есть не только у студентов, нужно также ориентироваться на запросы жителей города.

Пространство университета должно функционировать круглосуточно, оно должно производить постоянный взаимообмен с городом, и дело здесь далеко не в зданиях, а в том, каким образом университетская среда приглашает в себя город. Должна привлекать архитектура, история вуза, озеленение и ландшафт, общественные пространства, наличие точек притяжения и скопления людей, наличие малых

архитектурных форм. Большим успехом для городской среды является наличие зелёных университетских территорий, открытых пространств, предназначенных для неформального общения, прогулок, проведения открытых лекций, встреч и т.д. Именно таким образом и происходит вживание университетской среды в ткань города.

В связи с ростом населения, развитием городской среды и уровня жизни в целом, старые территории и инфраструктура утрачивают свой потенциал, поэтому университетам постоянно необходимо обновлять свои площадки, вносить новые идеи, постоянно совершенствовать свою среду и выдвигать предложения, исходя из запросов студентов и жителей города, чтобы им было интересно, не скучно, и чтобы им хотелось быть частью этой структуры.

У университетов и города должно быть взаимовыгодное сотрудничество, тесная связь друг с другом. В противном случае, если университет находится обособленно, то он пытается самостоятельно компенсировать все недостающие потребности своих студентов и сотрудников. Это у него получается плохо, неэффективно – недостаточно потока, ресурсов, инвестиций и сил; именно поэтому так необходима возможность брать у города и отдавать – это и есть наиболее оптимальная связь, взаимовыгодная интеграция и результативный подход.

В заключение хочется подвести итог о том, что, для удовлетворения потребностей своих студентов и других жителей города, университеты должны сосредотачиваться не только на развитии качества образования, не только на повышении своего престижа, а также обращать внимание на развитие своей территории и увеличение качества инфраструктуры. Следует понимать, что совместное развитие университетов и города усиливает положительный эффект на городскую и университетскую среду, соответственно, повышает её разнообразие и привлекательность для жителей города [5].

1. Gevorgyan O.I., Minaev N.N., Zharova E.A. University cities' evolution in context of human capital accumulation // XVII International Conference of Students and Young Scientists «Prospects of Fundamental Sciences Development». 2020. P. 17.
2. Богомолов А.В. Университетский город как основа бренда территории // Брендинг малых и средних городов России: опыт, проблемы, перспективы : материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции. 2014. С. 77-80.
3. Международный Форум университетских городов: европейские тенденции в Сибири [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sib-science.info/ru/conferences/evropeyskie-tendentsii-proyavlyayutsya-09122016> (дата обращения: 19.06.2021).
4. Онлайн-лекция «Новый центр городской жизни: тенденции развития межвузовских кампусов» [Электронный ресурс] – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=SZebZyc-9sw> (дата обращения: 15.06.2021)
5. Дыба Е.А. Влияние университета на формирование городской среды // Материалы XVII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. 2016. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docplayer.ru/43228151-Vliyanie-universiteta-na-formirovanie-gorodskoy-sredy.html> (дата обращения: 20.06.2021).

Фетисова М.А., Абдурагимов А.Р., Ёрмамадов Х.П.
Геометрические методы решения задач теории пластинок

*ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина
(Россия, Орел)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-32

Аннотация

В статье идет речь о геометрических методах для расчета задач теории пластинок. Изопериметрический метод, раскрытый известными американскими

математиками Д. Пойа и Г. Сеге применительно к различным задачам математической физики, суть метода заключается в построении двухсторонних изопериметрических неравенств при оценке интегральных физических характеристик пластинок различных форм.

Ключевые слова: пластинки, изопериметрический метод, строительная механика, уравнение, коэффициент формы, симметризация, граничные условия.

Abstract

The article deals with geometric methods for calculating problems in the theory of plates. The isoperimetric method, disclosed by the famous American mathematicians D. Polya and G. Szego in relation to various problems of mathematical physics, the essence of the method is to construct two-sided isoperimetric inequalities when assessing the integral physical characteristics of plates of various shapes.

Keywords: plates, isoperimetric method, structural mechanics, equation, form factor, symmetrization, boundary conditions.

При исследовании сложных физических проблем геометрические методы [1] всегда привлекали внимание ученых. Возможность получения решения или удовлетворительных оценок физических величин путем сравнительно простых геометрических преобразований изучаемого объекта делает геометрические методы во многих случаях предпочтительнее физических, а иногда - единственно приемлемыми. В строительной механике геометрические методы находят также большое распространение.

В теории упругих пластинок известен метод компенсирующих нагрузок, который заключается в том, что сначала отыскивается решение, удовлетворяющее дифференциальному уравнению равновесия пластинок, но не удовлетворяющее граничным условиям; затем добавляется компенсирующее решение, удовлетворяющее однородному дифференциальному уравнению (уравнению равновесия пластинок без правой части) и совместно с основным решением - граничным условиям. В этом методе при получении основного решения используется геометрический прием, заключающийся в замене данной области распределения нагрузки некоторыми другими областями, решения для которых известны, либо отыскиваются более просто.

Идея замены многоугольной области распределения нагрузки круговой, равной площади, высказывалась также Б.Г. Корневым [2] при исследовании пластинок, лежащих на упругом основании.

Аналогом метода компенсирующих нагрузок является метод расширения заданной области, который позволяет значительно понизить порядок системы алгебраических уравнений по сравнению с методами конечных разностей и конечных элементов [3].

В основу изопериметрического метода, развитого известными американскими математиками Д. Пойа и Г. Сеге [4] применительно к различным задачам математической физики, также положено геометрическое преобразование – симметризация Штейнера. Известны работы, где симметризация применялась к пластинкам переменной толщины, которые симметризировались относительно некоторой плоскости, переходящей в результате такого преобразования в срединную плоскость.

Теоретические основы изопериметрического метода применительно к расчету упругих пластинок в предельном состоянии были разработаны В.И. Коробко [5]. Суть этого метода заключается в построении двухсторонних изопериметрических неравенств при оценке интегральных физических характеристик пластинок различных форм. Этими оценками служат известные решения для пластинок определенных форм и полученные из заданной путем ее симметризации.

Эффективным следствием из изопериметрического метода является метод интерполяции решений по коэффициенту формы. В основе МИКФ лежит изопериметрический метод, так как основным аргументом в получаемых аналитических зависимостях является отношение коэффициента формы к площади области (K_f/A), и все решения для определенного ограниченного подмножества областей имеют граничные (опорные) решения. Отличие его заключается в том, что, если при использовании изопериметрического метода поведение интегральных параметров внутри множества решений между опорными не известно, то при использовании МИКФ получается аналитическая зависимость, позволяющая найти решение для любой фигуры из рассматриваемого множества.

В работах последнего времени [6,7,8,9,10] МИКФ применялся к решению задач, связанных с фигурами сложного очертания (трапеции произвольного вида, правильные многоугольники, фигуры, являющиеся частью круга), а также к решению задач с комбинированными граничными условиями (комбинация жесткого защемления с шарнирным операнием).

Несмотря на свою простоту, при использовании МИКФ стоит проблема выбора опорных решений. Для упрощения этой процедуры необходимо разработать программный комплекс, включая подкомплексы для расчета пластинок обозначенных видов.

1. Фетисова М.А. Развитие и применение метода интерполяции по коэффициенту формы к решению задач поперечного изгиба пластинок с комбинированными граничными условиями. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Орловский государственный технический университет. Орел, 2010
2. Корнев, Б.Г. Метод компенсирующих нагрузок в приложениях к задачам о равновесии, колебаниях и устойчивости плит и мембран [Текст] / Б.Г. Корнев. // МПП. – 1940. – Вып. 5-6. - Т. 4. – С. 61-72.
3. Митчелл, Э. Метод конечных элементов для уравнений с частными производными [Текст] / Э. Митчел, Р. Уэйт. – М.: Мир, 1981. – 216 с.
4. Поля, Г. Изопериметрические неравенства в математической физике [Текст] / Г. Поля, Г. Сеге. – М.: Госматиздат, 1962. – 336 с.
5. Коробко, В.И. Изопериметрический метод в строительной механике: Теоретические основы изопериметрического метода [Текст] / В.И. Коробко. – М.: Изд-во АСВ, 1997. – 396 с.
6. Колесник, И.А. Определение геометрической жесткости упругих призм с сечением в виде произвольного треугольника [Текст] / И.А. Колесник, А.В. Коробко. // Днепропетровский металлургический ин-т. Днепропетровск, 1989. – 15 с.
7. Коробко А.В., Фетисова М.А. Определение поперечного изгиба методом интерполяции по коэффициенту формы при аффинном преобразовании пластинок в виде ромбов и параллелограммов Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 1. С. 23-24.
8. Фетисова М.А., Калашникова Н.Г. Определение максимального прогиба трапециевидных пластинок с комбинированными граничными условиями с помощью МИКФ. Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. 2009. № 1. С. 65.
9. Коробко А.В., Фетисова М.А. Способы решения задач поперечного изгиба трапециевидных пластинок Строительство и реконструкция. 2010. № 1. С. 36.
10. Коробко В.И., Сенин М.А., Фетисова М.А. Геометрические и физические основы метода интерполяции по коэффициенту формы и их применение к задачам строительной механики и теории упругости // В сборнике: Повышение качества среды жизнедеятельности города и сельских поселений архитектурно-строительными средствами Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. 2005. С. 165-176

Фетисова М.А., Корягин Н.А., Карпович А.А.

Критерии надежности и безопасности при реконструкции фасадов общественных зданий

ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н.В.

Парахина

(Россия, Орел)

doi: 10.18411/lj-07-2021-33

Аннотация

В статье идет речь о надежности и безопасности фасадных систем, которая определяется результатами прочностных расчетов несущей способности элементов каркаса. Применяемые при реконструкции общественных зданий фасадные технологии должны иметь заключения специализированных организаций по их пожарной безопасности, указывающие разрешенные к применению конструктивные решения и материалы.

Ключевые слова: надежность, безопасность, навесной фасад, реконструкция, общественное здание, технология, нормативная документация.

Abstract

The article deals with the reliability and safety of facade systems, which determines the results of strength calculations of the bearing capacity of the frame elements. Facade technologies used in the reconstruction of public buildings for creating organizations for their fire safety, indicating the design solutions and materials allowed for use.

Keywords: reliability, safety, hinged facade, reconstruction, public building, technology, regulatory documentation.

Современное строительство, как правило, предполагает использование новых конструктивных решений, которые не только отвечают требованиям норм проектирования или внесенным в них изменениям, но и могут решить основные задачи функционального назначения: сокращение затрат рациональными объемно – планировочными решениями зданий, правильным выбором строительных и отделочных материалов, облегчением конструкций, усовершенствованием методов строительства.

Критерий по обеспечению надежности и безопасности применяемых при реконструкции фасадов общественных зданий технических решений представляется одним из наиболее важных составляющих. Основные требования, предъявляемые к данным технологиям, содержатся в нормативной документации [1,2,3], а также технических свидетельствах на различные системы утепления.

Надежность и безопасность фасадных систем в первую очередь определяется результатами прочностных расчетов несущей способности элементов каркаса. Несущие конструкции систем для каждого конкретного здания следует рассчитывать на нагрузки и воздействия и их сочетания от собственной массы облицовочных и других элементов системы, от ветровых нагрузок, от температурных и климатических воздействий, а также, в случае необходимости, от особых типов нагрузок — сейсмических, взрывных, снеговых, от двухстороннего обледенения облицовки, нагрузок, связанных с деформацией основания и т.д.

В связи с возникновением дополнительных нагрузок при проведении реконструкции, следует также провести расчеты запаса прочности грунтов и оснований, фундаментов зданий и наружных стен.

Одним из наиболее ответственных моментов является выбор крепежных элементов — анкерных дюбелей или анкеров и их шага установки. Выбор

осуществляется по результатам натурных испытаний несущей способности крепежа (на «вырыв») на трех контрольных участках фасада, выбор которых, в свою очередь, осуществляется на основании визуального осмотра по критерию: «наихудшее состояние конструкции (материала) стены». В качестве определяющего базового значения принимают средний результат пяти наихудших испытаний и вводят коэффициент надежности (1/0,14) на дюбели и (1/0,23) на стальные анкеры. По полученным результатам определяют тип и шаг установки крепежных элементов.

Применяемые при реконструкции общественных зданий фасадные технологии должны иметь заключения специализированных организаций по их пожарной безопасности, указывающие разрешенные к применению конструктивные решения и материалы. Данные заключения в основе своей базируются на результатах лабораторных испытаний сжигания фрагментов фасадных систем в специализированных камерах.

Пригодность и безопасность применяемых материалов и элементов систем должна подтверждаться санитарно-эпидемиологическими заключениями о соответствии их действующим правилам и нормам.

Важным параметром, определяющим надежность и безопасность реализованных решений, является качество выполнения строительно-монтажных работ. Монтаж фасадных систем следует выполнять с соблюдением предусмотренной проектом технологической последовательности, проверкой качества выполнения операций и составлением актов на скрытые работы [4,5,6].

Контроль качества выполнения работ должен осуществляться ответственными представителями проектной организации (авторский надзор), заказчика (технический надзор) и инспектирующих органов [7,8].

Наибольшая же ответственность за качество выполненных работ, по нашему мнению, должна быть возложена непосредственно на подрядную организацию. Компания-подрядчик, имеющая допуск на выполнение данного вида работ, должна иметь в собственном штате службу контроля качества, в обязанности которой входит: проверка соответствия выполняемых работ требованиям технологической карты, в т. ч. в труднодоступных местах и местах примыканий элементов фасадных конструкций к другим конструкциям; проверка соответствия применяемых материалов проекту; проверка контролируемых параметров элементов фасадных систем; выявление случаев некачественного производства работ и выдача рекомендаций по их устранению; своевременная замена конструкций в случае обнаружения дефектов и повреждений, способных привести к потере несущей способности и к коррозии крепежных и других элементов фасадных систем. По окончании проведения строительно-монтажных работ на них должна предоставляться гарантия на срок не менее пяти лет.

Рисунок 1. Иерархия относительно критерия надежности и безопасности

Удовлетворение рассмотренных условий, сформировано в иерархическую модель представленную на рисунке 1, способно повысить и обеспечить надежность и безопасность фасадных решений при реконструкции общественных зданий [9,10,11].

1. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. Введ. 2015-07-01. М.: Стандартинформ, 2015.
2. ГОСТ Р 53778 – 2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Введ. 2010-03-25. М.: Стандартинформ, 2010. 61 с.
3. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2) Введ. 2017-06-04. М.: Стандартинформ, 2018. 95 с.
4. Глухова Л.Р., Фетисова М.А. Основы организации и управления в строительстве Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе по выполнению курсового проекта 08.03.01 Строительство профиль «Промышленное и гражданское строительство», «Экспертиза и управление недвижимостью» / Орел, 2016.
5. Фетисова М.А. Технология возведения зданий и сооружений (Курс лекций для студентов направления 270800.62 «Строительство» профиль «Промышленное и гражданское строительство») // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 5-2. С. 231-232.
6. Абашинов Е.Г., Астахов С.М., Болихов Б.А., Брезгин Ю.И., Волкова Л.А., Медведев В.Е., Мысишин И.С., Фетисова М.А. Технология, организация, планирование и управление строительным производством Вопросы-ответы, примеры, задачи и упражнения / Орёл, 2013.
7. Фетисова М.А., Глухова Л.Р. Система контроля качества строительной продукции на современном уровне в Орловской области Монография / Орел, 2017. 128 с.
8. Глухова Л.Р., Фетисова М.А. Зависимость качества строительной продукции от показателей эффективности работы строительной техники // Фундаментальные исследования. 2017. № 12-1. С. 33-37.
9. Маренков А.Г., Фетисова М.А. Зарубежный опыт реконструкции фасадов// Инновационные технико-технологические решения для строительной отрасли, ЖКХ и сельскохозяйственного производства. Сборник материалов. 2015. С. 47-50.
10. Фетисова М.А., Лубенникова А.Ю., Реставрация и строительство культурно-исторических памятников./ В сборнике: вестник строительства и архитектуры сборник трудов конференции. Редакционная коллегия: И.С. Мысишин, Н.В. Куканова. 2018. с. 7-11.
11. Фетисова М.А., Евстратов С.С. Возведение сельскохозяйственных зданий с применением блочно-комплексных устройств/ В сборнике: Вестник строительства и архитектуры. Сборник научных трудов. Орел, 2014. С. 75-77.

Фетисова М.А., Халымова Т.А., Серегин М.Ю., Пошвенчук Ф.В.
Анализ исторического развития методов оптимизации планирования в
строительстве

ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н.В.

Парахина

(Россия, Орел)

doi: 10.18411/lj-07-2021-34

Аннотация

В статье идет речь о планировании в строительстве и основных методах оптимизации календарного планирования по продолжительности строительства, стоимость строительства и по параметру типа «мощность», эти параметры применяются в качестве критериев оптимизации календарных планов.

Ключевые слова: планирование, контроль качества, нормативные документы, календарный план, строительная отрасль, стоимость строительства, строительномонтажные работы, строительная организация.

Abstract

The article deals with planning in construction and the main methods for optimizing scheduling for the duration of construction, the cost of construction and for the parameter of the "capacity" type, these parameters are used as criteria for optimizing scheduling.

Keywords: planning, quality control, regulatory documents, timetable, construction industry, construction costs, construction and installation works, construction organization.

Планирование в строительном производстве неотъемлемая часть любого проекта на возведение здания, от правильно запланированного строительства зависят сроки сдачи готового объекта, его качество, а так же удовлетворенность заказчика как потребителя [7,10].

Основные методы оптимизации календарного планирования по продолжительности строительства, стоимость строительства и по параметру типа «мощность», эти параметры применяются в качестве критериев оптимизации календарных планов [5,6].

По показателю продолжительности строительства оптимизируют неритмичные потоки за счет изменения очередности освоения частных фронтов работ [8,9]. Находится рациональная очередность строительства продолжительность, как правило, уменьшается. Но при большом количестве фронтов работ найти рациональную очередность методом сплошного перебора вручную практически невозможно. Поэтому для эффективного применения данного способа оптимизации необходимо использование автоматизированных систем, которые способны перебирать большое количество фронтов работ и находить рациональную очередность освоения. Автоматизированные системы должны использовать математический аппарат, позволяющий получить обоснованные данные. Первым предложил математически обоснованный алгоритм направленного перебора очередностей освоения фронтов был С. Джонсон в 1954 году. Цель алгоритма заключалась в минимизации периода развертывания, что вело к сокращению общей продолжительности строительства. Предложенный С. Джонсоном алгоритм применим при поточной организации работ с непрерывным использованием ресурсов при двух видах работ и с большими ограничениями при трех видах работ. Редко в строительстве встречаются объекты, состоящие из двух и трех видов работ, этот алгоритм имеет очень малую область применения, но имеет большую теоретическую значимость.

Дальнейшее развитие теории С. Джонсона в трудах В. А. Афанасьева [1] и В. П. Хибухина совместно с В. З. Величкиным и В. И. Втюриным [2], они предложили алгоритмы направленного перебора очередностей освоения частных фронтов применимые ко всем разновидностям организации работ.

Алгоритм оптимизации плана производства по показателям себестоимости строительно-монтажных работ и алгоритм оптимизации сроков строительства от стоимости работы описан в трудах А. А. Шишкина и А. И. Шишкина [3]. Определяется наиболее оптимальная продолжительность строительства при заданной заказчиком стоимости, для этого определяется минимальная продолжительность строительства при максимальной интенсивности работ, затем стоимость строительства при минимальной и нормативной продолжительности. Определяется удельный прирост затрат на единицу времени и строится кривая зависимости затрат от времени строительства. В этой кривой помимо прямых затрат учитываются накладные расходы. Точка на кривой зависимостей, имеющая первую производную равную нулю и будет соответствовать оптимальному сроку строительства. Данный алгоритм, используя исходную информацию о затратах, позволяет оптимизировать сроки строительства.

Еще одним методом оптимизации в календарном планировании в строительстве, является метод оптимизации по количеству используемых трудовых ресурсов. Он основан на определении оптимального количества ресурсов типа «мощность» при

заданных временных, топологических и ресурсных ограничениях [4]. Данный метод применим как при явно заданных трудовых ресурсах, так и при неявно заданных (когда ресурсы определяются через трудоемкость и объемы работ, которые становятся известны в процессе разработки проектной и рабочей документации. Такой метод оптимизации позволяет избежать ограничений, которые действуют для выше изложенных оптимизационных методов.

1. Афанасьев В. А. Поточная организация строительства. – Ленинград, Стройиздат, 1990. 160с.
2. Хибухин В.П., Величкин В.З., Втюрин В.И. Математические методы планирования и управления строительством. Л.: Стройиздат, 1990. — 184 с.
3. Шишкин А. А., Шишкин А. И. Организация, планирование и управление строительным производством: Учеб. пособие / А. А. Шишкин, А. И. Шишкин. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. – 220 с.
4. Обоснование целесообразности использования генетических алгоритмов при оптимизации распределения ресурсов в календарном планировании строительства / В. Я. Мищенко, Д. И. Емельянов, А. А. Тихоненко // Промышленное и гражданское строительство. 2013. №10. С. 69-71.
5. Фетисова М.А. Технология возведения зданий и сооружений (Курс лекций для студентов направления 270800.62 «Строительство» профиль «Промышленное и гражданское строительство») // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 5-2. С. 231-232.
6. Фетисова М.А., Глухова Л.Р. Система контроля качества строительной продукции на современном уровне в Орловской области Монография / Орел, 2017. 128 с.
7. Глухова Л.Р., Фетисова М.А. Зависимость качества строительной продукции от показателей эффективности работы строительной техники // Фундаментальные исследования. 2017. № 12-1. С. 33-37.
8. Глухова Л.Р., Фетисова М.А. Основы организации и управления в строительстве Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе по выполнению курсового проекта 08.03.01 Строительство профиль «Промышленное и гражданское строительство», «Экспертиза и управление недвижимостью» / Орел, 2016.
9. Абашин Е.Г., Астахов С.М., Болихов Б.А., Брезгин Ю.И., Волкова Л.А., Медведев В.Е., Мысишин И.С., Фетисова М.А. Технология, организация, планирование и управление строительным производством Вопросы-ответы, примеры, задачи и упражнения / Орёл, 2013.
10. Маренков А.Г., Фетисова М.А. Зарубежный опыт реконструкции фасадов// Инновационные технико-технологические решения для строительной отрасли, ЖКХ и сельскохозяйственного производства. Сборник материалов. 2015. С. 47-50.

Для заметок

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
№75, 07.2021

Июль 2021 г.
Часть 1

Подписано в печать .13.07.2021 Тираж 400 экз.
Формат.60x84 1/16. Объем уч.-изд. л.8,98
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович