

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



24  
ЧАСТЬ I  
2021

# **Молодой ученый**

## Международный научный журнал

### № 24 (366) / 2021

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

Абдасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)

Жураев Хусниддин Олтингбоеевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)

Алиева Тарага Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)

Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

*Международный редакционный совет:*

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)  
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)  
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)  
Ахмеденов Кажмурат Максутович, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)  
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)  
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)  
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)  
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)  
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)  
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)  
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)  
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)  
Ешиев Абыдракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)  
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)  
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)  
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)  
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)  
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)  
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)  
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Нагергадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)  
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)  
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)  
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)  
Рахмонов Азиз Боситович, доктор философии (PhD) по педагогическим наукам (Узбекистан)  
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)  
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)  
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)  
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)  
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)  
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

---

---

На обложке изображен Клавдий Птолемей (ок. 100 г. от РХ — ок. 170 г. от РХ), позднеэллинистический астроном, астролог, математик, механик, оптик, теоретик музыки и географ.

Сведений о биографии древнего ученого не сохранилось. Связано это с тем, что современники избегали упоминаний о Птолемее в своих трудах. Все имеющиеся сведения черпаются из книг ученого-физика Филипа Болла, а также из собственных научных трудов античного ученого. Известно, что жил Клавдий на территории современного Египта, в Александрии. Информации о внешности ученого также не сохранилось и все изображения представляют собой некий усредненный образ из работ древних скульпторов.

В книге «Альмагест» Птолемей указывает периоды проведения астрономических наблюдений, которые помогают косвенно установить даты жизни ученого: 127–151 годы. Однако после окончания работы над «Альмагестом» вышли еще как минимум две книги, представляющие собой энциклопедии, работа над которыми длилась еще 10 лет. А согласно записям философа Олимпиодора, Клавдий работал неподалеку от Александрии в городе Канопе.

Хотя имя ученого (Птолемей) говорит о египетском происхождении, а биографические сведения — о принадлежности к выходцам из Греции, первое имя (Клавдий) указывает на римские корни его обладателя. Ввиду отсутствия достоверной информации установить национальность ученого не представляется возможным.

Научная деятельность Птолемея началась с работы под названием «Канопская надпись», которая представляет собой высеченные на каменной стеле в городе Канопе (пригород Александрии в Египте) астрономические параметры. Позднее стела подверглась разрушению, но нанесенная на нее информация сохранилась благодаря древнегреческим рукописям.

Уточнив ряд сведений, Клавдий разработал «Подручные таблицы» — нечто вроде астрономического справочника. В теории геоцентризма эти сведения выступали доказательством неподвижности Земли и движения вокруг нее других небесных тел.

Птолемей также работал над рядом научных книг, в том числе «Планетными гипотезами». Отличие этого труда от других заключается в иной системе параметров, использованных для описания расположения астрономических объектов. В этом трактате появляется термин Аристотеля «эфир», который плотно вплетен в тезио-рию Птолемея.

В «Альмагесте» Птолемей с удивительной для тех времен точностью вычислил расстояние от Земли до Солнца и Луны. Единицей измерения в исследованиях послужил радиус Земли. Од-

нако в тех же «Планетных гипотезах» автор указывал расстояние между Солнцем и другими планетами, не имея их радиуса (вместо него ученый использовал следующее умозаключение: радиус планеты минимально равен расстоянию от нее до следующего объекта видимой Вселенной).

Следующей книгой, по мнению исследователей, стала работа «Фазы неподвижных звезд». Этот труд представляет собой первые попытки составления метеорологических прогнозов погоды, основанные на положении небесных тел и физических явлениях на поверхности планеты. В этой же работе были сведены в единую систему знания о климатических зонах и географических поясах Земли, а также о взаимном расположении географических объектов.

Для создания астрономических теорий Птолемею были необходимы геометрические знания о нашей планете. Прикладное значение этих знаний заключается в конструировании солнечных часов, которые были построены задолго до Птолемеевых исследований. Работа «Планисферий» посвящена стереографической проекции и ее применению в астрономических расчетах.

«Квадриpartитум» стал наиболее неоднозначным произведением Клавдия, поскольку он посвящен основам астрологии, или влиянию небесных тел на жизнь человека. А вот восьмитомник «География» представляет собой не столько описательную географию, сколько математическую с основами картографии. В первом томе ученый предложил вести точку отсчета от нулевого меридиана, которым тогда служили Канарские острова.

Точно известно, что у ученого были последователи и ассистенты, которые помогали ему совершать великие открытия в науке. Например, «Альмагест» Птолемей посвятил Сиру, но кем он приходился ученому и имел ли отношение к его исследованиям, неизвестно. В том же трактате упоминается математик Теон, данные которого Клавдий использовал при астрономических вычислениях. Некоторые исследователи предполагают, что речь идет о Теоне Смирнском — философе, последователе Платона, который тоже изучал звездное небо и составил примитивную карту ночных небосклонов.

Обстоятельства и дата смерти ученого, как и прочие факты его биографии, остаются загадкой до сих пор. Мнение большинства исследователей сводится к тому, что датой смерти Клавдия следует считать 165 год нашей эры. Согласно архивным сведениям, в этот период на территории стран Африки и Евразии свирепствовала эпидемия чумы, жертвой которой, возможно, стал и Птолемей. Но даже спустя две тысячи лет после смерти ученый продолжает жить в своих трудах и приносить пользу потомкам.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

# СОДЕРЖАНИЕ

## МАТЕМАТИКА

### **Швецов Н.Р.**

Исследование защищенности объекта с последовательной структурой событий ..... 1

## ХИМИЯ

### **Генберли З.А., Абдуллаева З.Э.,**

### **Азизбейли Г.Р., Сеидова Х.Г.**

(Со)полимеризационный металлоорганический катализ этилена ..... 3

### **Чершинцев К.А.**

Совершенствование производства базовых масел ..... 7

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### **Будилов В.Н., Романов А.А.**

Важность использования распределенных систем контроля версий ..... 9

### **Будилов В.Н., Романов А.А.**

Востребованные backend-технологии для разработки программного продукта ..... 11

### **Будилов В.Н., Романов А.А.**

Процесс разработки программного продукта по методологии SCRUM ..... 13

### **Гребень Н.В., Елькина А.А., Пашкин И.А.**

Прогнозирование энергопотребления здания с использованием методов машинного обучения ..... 14

### **Гребень Н.В., Елькина А.А., Пашкин И.А.**

Разработка алгоритма быстрого преобразования Фурье на базе модели акторов ..... 16

### **Гребень Н.В., Елькина А.А., Пашкин И.А.**

Сегментация изображения с помощью нейронных сетей на примере практической задачи ..... 18

### **Гугуев Ю.Д., Изюмов А.И.**

Разработка мобильного приложения робота-бегуна. Часть 2 ..... 21

### **Загулин В.П.**

Система поддержки принятия решений в процессе поиска неисправности автомобиля без электронного блока управления ..... 26

### **Загулин В.П.**

Выявление рисков по ремонту методом парных сравнений — методом Saati ..... 28

### **Игнатов С.Д., Быстров А.А.**

Обеспечение защиты информации в виртуализированной инфраструктуре ..... 30

### **Мешканова М.А.**

Автоматизация кроссбраузерного тестирования ..... 34

### **Никитин Н.А., Орлова Ю.А., Розалиев В.Л.**

Алгоритм генерации музыкальных композиций с использованием интуитивного и эмоционального подходов ..... 35

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### **Васильева Д.А.**

Применение метода материального баланса для оценки снижения запасов газа ..... 39

### **Голденков В.А.**

Ускоренные методы обработки ванили ..... 42

### **Ивин А.В., Мартиросян А.А.**

Особенности обслуживания газобаллонного оборудования с установленным генератором синтез-газа ..... 45

### **Нечипоренко Г.Ю.**

Исследование прочности морского льда с применением теории о трещиностойкости ..... 46

### **Нечипоренко Г.Ю.**

Нагрузка от льда на гидротехнические сооружения на протяжении ледового сезона в замерзающих морях ..... 52

### **Осипенко А.С., Василевская С.П.**

Увеличение выхода светлых дистиллятов при переработке высоковязких нефтей ..... 58

### **Смыцко М.В.**

Применение компьютерного зрения на КПП во время пандемии ..... 60

## АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

**Александрова А. В.**

Принципы формирования многофункциональных  
территорий и комплексов ..... 63

**Александрова А. В.**

Предпосылки объединения офисной и жилой  
недвижимости ..... 65

**Хуторная В. О., Тилинин Ю. И.**

Проблемы, замедляющие внедрение  
волокнистых композиционных материалов  
в строительстве ..... 66

**Шашлова С. А.**

Влияние графического изображения  
на восприятие текста ..... 68

# МАТЕМАТИКА

## **Исследование защищенности объекта с последовательной структурой событий**

Швецов Никита Романович, студент

Научный руководитель: Олейников Владимир Петрович, кандидат физико-математических наук, доцент  
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

*В ходе изучения простейших систем событий как модель угроз, была исследована последовательная структура. Данная структура представляет собой несколько событий, где реализация каждого последующего зависит от реализации предыдущего. То есть, нарушение безопасности объекта может произойти только в случае, если все угрозы были реализованы. Исходя из этого последовательная структура событий была рассмотрена с точки зрения реализации нарушения безопасности защищаемого объекта.*

**Ключевые слова:** защищаемый объект, безопасность, угроза, последовательная структура.

## **Investigation of the security of an object with a sequential structure of events**

Shvetsov Nikita Romanovich, student

Scientific adviser: Oleynikov Vladimir Petrovich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor  
Moscow Aviation Institute (National Research University)

*In the course of studying the simplest event systems, as a threat model, the sequential structure was investigated. This structure consists of several events, where the implementation of each subsequent depends on the implementation of the previous one. That means, a violation of the security of the object this can only happen if all threats have been implemented. Based on this, the sequential structure of events events were considered from the point of view of implementing a security breach of the protected object.*

**Keywords:** protected object, safety, menace, parallel structure.

Защищенность объекта осуществляется, если ни одно событие, направленное на нарушение его безопасности, не произошло. Осуществление угрозы есть атака воздействовала на уязвимость, в следствие чего защищаемый объект перешел в нежелательное состояние. Но что бы угрозе воздействовать на объект, ей необходимо преодолеть все барьеры на своем пути.

Обычно атака носит характер поэтапного преодоления нескольких барьеров  $b_i$ ,  $i=1\dots I$ , многие из которых специально поставлены для снижения опасности. Т. е., само воздействие тоже может быть составным событием и тем самым иметь некоторую структуру. Элементарным событием в такой ситуации является преодоление одного барьера — событие  $X_{bi}$  (Для реализации угрозы  $t$  преодолен барьер  $b_i$ ).

**Последовательная структура событий** — это элементарная система событий при которой для нарушения безопасности объекта необходима реализация всей цепочки угроз.

**Элементарное событие** — значение обозначающее величину изменения какого-либо объекта, если известна вероятность реализации, с которой это событие произойдет.

Каждое событие в элементарной системе угроз обладает своими свойствами, такими как:

- реализация события — 1, если событие произошло, и 0, если событие не реализовалось;

- вероятность реализации события — некоторая величина, в интервале от 0 до 1, с короткой произойдет событие.

Для построения последовательной структуры необходимо хотя бы одна угроза (X), как представлено на рисунке 1.

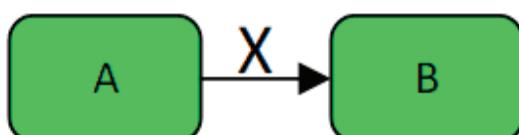


Рис. 1. Простейшая последовательная структура

Ниже представлен общий вид последовательной структуры.

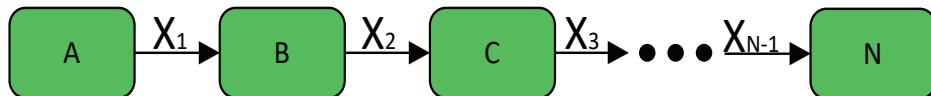


Рис. 2. Общий вид последовательной структуры

Для обеспечения защищенности объекта при последовательной структуре событий в первую очередь наибольшее внимание нужно обращать на последнюю угрозу в цепочке событий. Поскольку если эта угроза будет реализована, то и конфиденциальность объекта будет нарушена [1].

Структурные функции имеют вид логической функции сложения ( $I$ ). Представляется следующей формулой:

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n = \sum_{k=1}^{k=n} X_k, \quad (1)$$

где  $n$  — количество угроз в структуре;

$X_i$  — вероятность реализации угрозы.

Важным является то, что последовательность событий ( $X_1, X_2$ ) кардинально отличается от последовательности ( $X_2, X_1$ ). К примеру, «Сергей пришел на пары и прослушал лекцию» и «Сергей прослушал лекцию и пришел на пары», с точки зрения рассматриваемой модели эти два события описываются одним и тем же выражением, но в бытовом смысле это совершенно разные вещи.

Атака, при которой необходимо преодолевать преграду за преградой на пути угрозы является последовательным переходом уязвимости в угрозу,

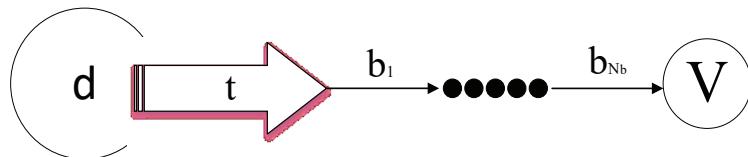


Рис. 3. Структура атаки

Событийная структура атаки (рисунок 3) с выделенными начальным и конечным событиями позволяет говорить о «развитии атаки» и «нарастании угрозы», что адекватно отображает реальную ситуацию. Для предполагаемой атаки последовательность действий должна быть строго по плану, поэтому переход к другой последовательности будет маловероятен.

Пример: объект — закрытое помещение (кабинет/квартира) угроза  $t$  — взлом, посредством вскрытия замка уязвимость —  $v$ , атака — вскрытие дверного замка.

В итоге полученные результаты могут подтвердить эмпирически наблюдаемое отношение людей к безопасности объекта. Можно сказать, что пока угроза не достигнет значимой

величины, никаких мер никто предпринимать не будет. Говоря другими словами, опасность начинает восприниматься более серьёзно только тогда, когда она уже подойдет к последнему барьеру. Проверка этого утверждения при увеличении числа барьера показала его справедливость — преодоление злоумышленником первых (и далёких от уязвимости) барьера встrevожит лишь систему безопасности как таковую, но вовсе не персонал, который работает непосредственной для уменьшения уязвимости безопасности. Резкий же рост вероятности успеха атаки на её последнем и предпоследнем этапах носит поэтому шокирующий характер и тем самым ещё больше способствует успеху злоумышленника.

Литература:

1. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и её приложения. В 2-х томах.— М.: Мир, 1984.— Т. 1: 528 с., Т. 2: 738 с.

## ХИМИЯ

### (Co)полимеризационный металлоорганический катализ этилена

Генберли Зейнаб Акиф гызы, младший научный сотрудник

Институт нефтехимических процессов имени Ю. Г. Мамедалиева НАН Азербайджана (г. Баку)

Абдуллаева Зинъят Этибар гызы, магистр

Филиал Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова в Баку (Азербайджан)

Азизбейли Гамида Рауф гызы, ведущий научный сотрудник;

Сейдова Хаяла Гейдар гызы, ведущий научный сотрудник

Институт нефтехимических процессов имени Ю. Г. Мамедалиева НАН Азербайджана (г. Баку)

*Я никогда не начинал с какого бы то ни было подобия формально изложенной проблемы. Все мои усилия развивались совершенно спонтанно, начинаясь с чего-то, по сути дела, иррационального в природе... Мой метод напоминал блуждание по новой, неизведанной земле, в ходе которого постоянно открываются интересные перспективы... однако такие, что никто точно не знает, куда это путешествие приведет.*

*Лауреат Нобелевской премии Карл Вальдемар Циглер*

В настоящее время производство полиолефинов развивается быстрыми темпами. На мировом рынке непрерывно растет потребность в этих материалах. По прогнозам BusinessStat, в 2018–2022 гг продажи полиэтилена в мире продолжат расти в среднем на 3,7% в год. В 2022 г они достигнут 95,2 млн т., что превысит значение 2017 г на 19,8%. По данным Market Research в аналитическом обзор-прогнозе от Transparency показано, что мировой рынок полиэтилена высокой плотности (полиэтилен низкого давления (ПЭНД) будет прирастать на 4,5% ежегодно в период с 2015 по 2023 год и составит (к концу прогнозного периода) \$84,79 млрд. Отметим, что в минувшем году объем рынка ПЭНД был оценен в \$56,13 млрд.

На сегодняшний день список компаний-лидеров рынка полиэтилена высокой плотности являются: Chevron Phillips Chemical Company, LyondellBasell Industries N.V., Huntsman Corporation, Exxon Mobil Corporation, The Dow Chemical Company, INEOS Olefins and Polymers, и Mitsui Chemicals Inc.

В Азербайджане компания SOCAR Polymer в 2023 году выйдет на полную мощность по производству полиэтилена высокой плотности (ПВП). Согласно обновленным прогнозам правительства, которыми располагает агентство «Интерфакс-Азербайджан», по итогам 2019 года на заводах компании будет произведено 48,2 тыс. тонн ПВП (введен в строй в 2019 году — ИФ) и 110 тыс. тонн полипропилена (рост по сравнению с 2018 г в 18,3 раза — ИФ). При этом производство полиэтилена высокой плотности на заводе SOCAR Polymer в 2020 году со-

ставил 97,4 тыс. тонн (рост по сравнению с 2019 г в 2 раза — ИФ), в 2021 году — 110 тыс. тонн (рост по сравнению с 2020 г на 12,9%), в 2022 году — 115 тыс. тонн (рост по сравнению с 2021 г на 4,5%), в 2023 году — 120 тыс. тонн (рост на 4,3%). Таким образом, в 2023 году завод выйдет на полную мощность по производству ПВП, рост производства готовой продукции по сравнению с 2019 годом составит 2,5 раза.

Прогресс в этой области достигается совершенствованием технологии полимеризации и разработкой высокоактивных каталитических систем, в том числе металлоорганических (МОКС). Несмотря на множество разработанных процессов, в настоящее время все еще существует необходимость повышения производительности металлоценовых и постметаллоценовых каталитических систем и их эффективности, необходимой для осуществления процессов (co)полимеризации олефинов, в том числе этилена. Установлено, что вторичные добавки, модификаторы, tandemные и смешанные системы, различные подложки в большинстве случаев используют для снижения загрязнения и, следовательно, для повышения эффективности этих процессов.

Регулирование характеристик металлоценовых и постметаллоценовых каталитических систем полимеризации и сополимеризации этилена и свойств получаемых с их помощью продуктов является актуальной фундаментальной и прикладной задачей. Ее решение возможно на основе глубокого понимания механизма полимеризации, изучения кинетических закономер-

ностей процесса (активности, производительности, стабильности катализитической системы) и характеристик получаемых продуктов (структуры, ММР, физико-химических свойств, плотности и т.д.).

В представленной статье приведены сведения о различных металлоценовых и tandemных МОКС по получению ПЭ. Также приведены результаты по синтезу новых легкодоступных металлодержащих арилиминовых комплексных катализитических систем, применению их совместно с металлоценами в процессах полимеризации этилена и исследованию их состава кванто-химическими методами.

Широкий ассортимент полиолефинов требует разработки гибких и продуктивных технологий их производства. И если для получения гомополимеров — «чистых» полиэтилена и полипропилена — вполне пригодны классические гетерогенные катализаторы, для получения которых разработаны исключительно эффективные технологии (Spheripol, Spherylene и их аналоги), то уже синтез гомополимеров с заданными свойствами и, тем более, сополимеров, во многих случаях требует «тонкой» настройки катализатора, которую для гетерогенных систем осуществить затруднительно [1]. Открытие исследовательскими группами под руководством К. Циглера и Дж. Натта низкотемпературной координационной гетерогенной полимеризации  $\alpha$ -олефинов, естественно, стимулировало исследования в области поиска гомогенных, или «моноцентровых» (single-site) катализаторов этого процесса. В качестве таких систем рассматривались и металлоценовые комплексные соединения элементов группы, однако первые попытки проведения контролируемой полимеризации алканов с использованием таких систем к успехам не привели.

Полиэтилен (ПЭ) — это термопластичный прозрачный полимер с высокой химической стойкостью. Сырьем для него служит простейший олефин — этилен. Существует четыре основных вида полиэтилена: 1. полиэтилен высокого давления — ПВД. 2. полиэтилен среднего давления — ПСД. 3. полиэтилен низкого давления — ПНД. Помимо вышеперечисленных существуют специальные виды полиэтилена, которые используются для создания специальных строительных материалов. К таким видам относятся линейный полиэтилен высокого давления — ЛПВД, спицкий полиэтилен — РЕХ, вспененный полиэтилен — ПП, хлорсульфированный полиэтилен — ХСП, сверхвысокомолекулярный полиэтилен — СВМП [2,3].

Как было отмечено выше, катализаторы Циглера-Натта — катализаторы виниловой полимеризации, то есть полимеризации виниловых мономеров. Они также позволяют получать полимеры определённой тактичности (стереорегулярные полимеры). Эти катализаторы представляют собой комплексы, образующиеся при взаимодействии соединений переходных металлов ( $TiCl_4$ ,  $TiCl_3$ ,  $VOCl_3$  и др.) с алкильными производными металлов II — III групп ( $AlR_3$ ,  $AlR_2Cl$ ,  $MgRCl$ ,  $ZnR_2$ ).

В процессе полимеризации мономер координируется с алкильным производным переходного металла, а затем внедряется по связи M—C или M—M. В настоящее время применяется три основных вида катализа Циглера — Натты. Классический основан на соединениях титана. Он активен в присутствии со-катализаторов — алюминийорганических соединений. Как пра-

вило, таким сокатализатором выступает триэтилалюминий  $Al(C_2H_5)_3$  или триизобутилалюминий  $Al(C_4H_9)_3$ .

Второй вид катализаторов — металлоценовый, он содержит металлоцены (например, дихлорид титаноцена). В этом случае также требуется сокатализатор, обычно используется другое алюминийорганическое соединение — метилалюмоксан ( $Al(CH_3)O_n$ ). Наконец, третий вид — постметаллоценовые катализаторы (не содержащие в составе циклов) [4–6].

Наиболее востребованы «моноцентровые» (single-site) катализаторы; одним из широко известных и эффективных классов таких катализаторов являются металлоцены элементов 4 группы. Основные причины привлекательности металлоценовых катализаторов таковы: металлоценовые катализаторы изначально являются гомогенными, что во многих случаях обуславливает крайне высокую активность. Наиболее важным следствием стабильности и однотипности металлоценовых катализитических частиц является возможность дизайна катализатора еще на лигандном уровне.

Металлоцены открывают путь к созданию принципиально новых материалов. Относительно высокая стабильность, а также широкие возможности в дизайне лигандов позволяют создавать на базе металлоценов уникальные гетерогенные катализаторы, сочетающие в себе преимущества современных технологических схем и «моноцентровый» характер образующихся полимеров. Прорыв наметился в 1975 году, когда было обнаружено, что добавление небольших количеств воды к системе  $Cp_2MX_2/AlR_3$  резко повышает активность в полимеризации этилена [1]. Исследования под руководством Каминского привели к открытию метилалюмоксана (МАО), в присутствии которого даже простейший цирконоцен —  $Cp_2ZrCl_2$  — катализировал полимеризацию этилена. Открытие эффективного сокатализатора — МАО — спровоцировало лавинообразный рост количества научно-исследовательских работ в области дизайна, синтеза и изучения катализитической активности металлоценов 4 группы. Лидерами в области разработки, производства и применения металлоценовых катализаторов являются Exxon Chemical и Dow Chemical, впервые выпустившие коммерческие партии катализаторов под названием Exxpol и Insite. Exxpol, запатентованный фирмой Exxon, основан на дициклопентадиениловой кольцевой системе, которая используется в большинстве металлоценовых технологий.

Описан [7] нанесенный металлоценовый катализатор для полимеризации олефинов, который представляет собой подложку из диоксида кремния с закрепленным на ней МАО, пропитанную  $(nBuCp)_2ZrCl_2$ .

Предложен [8] способ полимеризации олефинов, в частности этилена с использованием циклической мостиковой металлоценовой каталитической системы для получения полимеров с улучшенными свойствами. Каталитическая система может включать в себя циклический мостиковый металлоцен,  $LA(R'SiRLBZrQ_2)$ , активированный МАО.

В изобретении [9] предложены каталитические соединения металлоценовой полимеризации этилена. Изобретение в основном относится к идентификации металлоценовых каталитических соединений. Предпочтительно, такие металлоценовые каталитические системы содержат лигандное соединение на основе конденсированного циклопентадиенила.

Изобретение [10] относится к способу получения нанесенных металлоценовых комплексов для полимеризации олефинов.

В изобретении [11] описаны металлоценовые соединения (комплекс, содержащий по меньшей мере один конденсированный лиганд на основе циклопентадиенила). Изобретение [12] описывает способ полимеризации олефинов, включающий kontaktирование этилена в отдельности или с одним, или несколькими ненасыщенными сомономерами, с металлоценовым катализитическим соединением металла группы 3–6.

Разработана новая катализитическая система полимеризации этилена, включающая  $(C_5H_5)_4Zr$  и полиметилалюмоксан (МАО), проявляющая в присутствии  $H_2$  рекордную активность, равную 2200 кг ПЭ/г Zr в час [13].

В источниках [14, 15] описаны способы полимеризации этилена с использованием усовершенствованных металлоценовых систем. Способы, описанные в упомянутых источниках, в основном пригодны для получения олефиновых гомополимеров, прежде всего этилена, и/или олефиновых сополимеров, терполимеров и т.п. Предпочтительными олефинами являются  $\alpha$ -олефины. Например, в одном варианте используют олефины, содержащие от 2 до 16 атомов углерода, а в другом варианте — этилен и сомономер, содержащий от 3 до 12 атомов углерода. Ещё один вариант использует этилен и сомономер, содержащий от 4 до 10 атомов углерода.

В литературе можно найти много примеров смешанных-тандемных с металлоценовыми системами катализаторов на основе комплексов переходных металлов, содержащих дииминовые лиганды (с Ni, Pd и Cu), фенокси-имииновые лиганды (с Ni, V, Cr, Ti, Zr и Hf), диимин-пиридиновые лиганды (с Fe и Co), диамидные лиганды (с Ti и Zr), диамид-эфирные лиганды (с Ti, Zr и Hf), диамид-аминовые лиганды (с Ti, Zr и Hf), фосфин-имииновые лиганды (с Ti), бис(фенокси-аминовые) лиганды (с Ti, Zr

и Hf), бис(фенокси)-тиоэфирные лиганды (с Ti, V), три(пиразолил)борат лиганды (с Ti), пирролид-имииновые лиганды (с Ti, Zr и Hf), индолидимииновые лиганды (с Ti), феноксиимииновые лиганды (с V), фенокси-цикlopентадиенильные лиганды (с Ti), амидинатцикlopентадиенильные лиганды (с Zr), хинолин-цикlopентадиенильные лиганды (с Cr), анилид-тропоновые лиганды (с Ni) и амид-пиридиновые лиганды (с Ti, Zr). Многие из этих катализаторов показывают активность не меньшую, чем у металлоценовых катализаторов [16–33].

В ИНХП НАНА [34–38] за последние годы разработаны высокоэффективные МОКС на основе комплексов ионно-жидкостного типа. Представленная работа посвящена разработке новых легкодоступных цирконийсодержащих комплексных катализитических систем с арилиминовыми лигандами и исследованию их некоторых физико-химических параметров. Комpleксы циркония с арилиминовыми лигандами синтезированы и испытаны в процессах (ко)полимеризации олефинов  $C_2-C_{12}$ . В качестве лигандов были выбраны арилиминовые соединения. Циркониевые арилиминовые комплексы на их основе были получены взаимодействием иминофенольных соединений с  $ZrCl_4$ . Химическая структура этих лигандов и комплексов на их основе была построена с использованием программного обеспечения HyperChem (версия 8, Hyperecube Inc.).

Таким образом, как видно из вышеизложенного краткого обзора в области (ко)полимеризационного катализа этилена, природа катализаторов на основе переходных металлов, применяющихся в полимерной химии, является основным фактором, позволяющим контролировать структуру и свойства полученных полимеров. Достижения в области МОКС олефинов позволяют получать множество новых (ко)полимеров, характеризующихся улучшенными физическими и химическими свойствами, используемыми в широком спектре продуктов высшего качества в различных областях техники.

## Литература:

1. Ивченко П. В. «Дизайн и синтез металлоценов 4 группы — эффективных прекатализаторов гомо- и сополимеризации алkenov» Автореферат дисс. на соиск.д.х.н., Москва, 2013, 50 с. <http://www.chem.msu.ru/rus/theses/2013-10-27-ivchenko/abstract.pdf>
2. <http://www.camelotplast.ru/info/vidi-polietilena.php>
3. <http://nashorn.ru/articles/78/430/>
4. Олейник И. И. «Синтез постметаллоценовых комплексов арилиминного типа и создание на их основе катализитических систем полимеризации этилена». Диссертация на соиск.д.х.н., Новосибирск, 2011, 373 с.
5. Matar S., Hatch L. F., «Chemistry of petrochemical processes», Gulf professional publishing, 2001.
6. Peacock A. J., «Handbook of Polyethylene, Structures, Properties, and Applications» Marcel Dekker, 1968. 2000.
7. Pat. US9834630. December 5, 2017. Atiqullah et all., «Supported metallocene catalyst for olefin polymerization».
8. Pat. US8598287. December 3, 2013. Kuo et all., «Metallocene catalysts and their use in polymerization processes».
9. Pat. US7060765. June 13, 2006. Vaughan et all., «Low comonomer incorporating metallocene catalyst compounds».
10. Pat. US7759271. July 20, 2010. Prades et all., «Activating supports for metallocene catalysis».
11. Pat. US7141632. November 28, 2006. Vaughan et all., «Mixed metallocene catalyst systems containing a poor comonomer incorporator and a good comonomer incorporator».
12. Pat. US7829495. November 9, 2010. Floyd et all., «Olefin polymerization process with alkyl-substituted metallocenes».
13. Седов И. В., Матковский П. Е., Руссиян Л. Н., Божок В. П., Перепелицина Е. О. «Полимеризация этилена под действием металлоценовых катализаторов  $(C_5H_5)_4Mt$ -МАО ( $Mt = Ti, Zr$ ) в присутствии металлоорганических модификаторов»/ВМС, серия Б, 2010, том 52, № 2, с. 309–313.
14. Патент RU2360930, июль 10, 2009. Агапиоу Агапиос Кирякос, Гловчевски Дейвид Майкл «Способ полимеризации с использованием металлоценовых катализитических систем» <http://www.findpatent.ru/patent/236/2360930.html>

15. Gibson V. C., Spitzmesser S. K., Advances in Non-Metallocene Olefin Polymerization Catalysis // Chem. Rev. 2003, v. 103, p. 283–315.
16. Pat. CN102093426 (A), 2011, Jianchao Yuan; Xuehu Wang; Yufeng Liu; Tongjian Mei, Br-containing alpha-diimine nickel (II) coordination compound as well as preparation and application thereof.
17. Yuan J., Mei T., Gomes P. T., Marques M. M., Wang X., Liu Y., Miao C., Xie X. New octahedral bis- $\alpha$ -diimine nickel(II) complexes containing chloro-substituted aryl groups: Synthesis, characterization and testing as ethylene polymerisation catalysts// Journal of Organometallic Chemistry, 2011, v. 696(20), p. 3251–3256.
18. Gong D., Jia X., Wang B., Zhang X., Jiang L. Synthesis, characterization, and butadiene polymerization of iron(III), iron(II) and cobalt(II) chlorides bearing 2,6-bis(2-benzimidazolyl)pyridyl or 2,6-bis(pyrazol)pyridine ligand //Journal of Organometallic Chemistry, 2012, v. 702, p. 10–18.
19. Carmen H. A. C., Milsmann C., Lobkovsky E., Chirik P. J., Synthesis, Electronic Structure, and Ethylene Polymerization Activity of Bis(imino)pyridine Cobalt Alkyl Cations // J. Angewandte Chemie, 2011, v. 50, p. 8143–8147.
20. Budagumpi S., Kim K. H., Kim I. Catalytic and coordination facets of single-site non-metallocene organometallic catalysts with N-heterocyclic scaffolds employed in olefin polymerization// J. Coordination Chemistry Reviews, 2011, v. 255(23–24), p. 2785–2809.
21. Albahily K., Fomitcheva V., Shaikh Y., Sebastiao E., Gambarotta S. et al. New Self-Activating Organochromium Catalyst Precursor for Selective Ethylene Trimerization // Organometallics, 2011, v. 30 (15), p. 4201–4210.
22. Ilichev I. S., Moskalev M. V., Kornev A. N., Sushchev V. V., Matveeva O. A., Grishin D. F. N-allyl-bis(diphenylphosphino)amide nickel dibromide as a catalyst of the polymerization of methyl methacrylate // Polymer Science Series B, Catalysis, 2011, v. 53, n. 3, p. 448–455.
23. Chuchuryukin A. V., Huang R., Lutz M., Chadwick J. C., Spek A. L., Koten G. V., NCN-Pincer Metal Complexes (Ti, Cr, V, Zr, Hf, and Nb) of the Phebox Ligand (S, S)-2,6-Bis(4'-isopropyl-2'-oxazolinyl)phenyl // Organometallics, 2011, v. 30 (10), p. 2819–2830.
24. Damavandi S., Galland G. B., Zohuri G. H., Sandaroos R., FI Zr-type catalysts for ethylene polymerization // J. Polym. Res. 2011, v. 18, p. 1059–1065.
25. Zohuri G. H., Damavandi S., Sandaroos R., Ahmadjo S., Ethylene polymerization using fluorinated FI Zr-based catalyst // Polym. Bull, 2011, v. 66, p. 1051–1062.
26. Ivancheva N. I., Badaev V. K., Sviridova E. V., Nikolaev D. A., Oleinik I. V., Ivanchev S. S., Specific features of ethylene polymerization on self-immobilizing catalytic systems based on titanium bis(phenoxy imine) complexes, // Russian Journal of Applied Chemistry, 2011, v. 84, p. 118–123.
27. Vasileva M. Yu., Fedorov S. P., Nikolaev D. A., Oleinik I. I., Ivanchev S. S., Polymerization of ethylene in the presence of bis(phenoxy-imine) complexes of titanium chloride that contain various substituents in a phenoxy group // Polymer Science Series B, 2010, v. 52 (8), p. 1483–1490.
28. Goldani M. T., Sandaroos R., Mohmmadi A., Goharjoo M., A comparative study of ethylene polymerization by bis(aminotropone) Ti catalysts // Polym. Bull. Accepted: 16 July 2011.
29. Tzubery A., Tshuba E. Y. Trans titanium(IV) complexes of salen ligands exhibit high antitumor activity// Inorg. Chem. 2011, v. 50(17), p. 7946–7948.
30. Press K., Cohen A., Goldberg I., Venditto V., Mazzeo M., Kol M. Salalen titanium complexes in the highly isospecific polymerization of 1-hexene and propylene // Angew Chem Int Ed Engl. 2011, v. 50(15), p. 3529–3532.
31. Davidson M. G., Johnson A. L., Synthesis, Isolation and Structural Characterisation of Alkoxytitanium Triflate Complexes. // European Journal of Inorganic Chemistry, 2011, v. 33, p. 5151–5159.
32. Charles, E. Carraher, Jr., «Seymor/Carraher's Polymer Chemistry» Marcel Dekker, 2003.
33. Патент RU2337925, ноябрь 10, 2008. Банта Пьетро, Ковеци Массимо, Мей Габриеле, Мейер Гербен «Способ и устройство для полимеризации этилена»-<http://www.findpatent.ru/patent/233/2337925.html>
34. Гулиев Б. В., Азизов А. Г., Алиева Р. В. и др. Металлфенолятные катализаторы полимеризации и олигомеризации олефинов // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2006, № 1(24), с. 71–96.
35. Ханметов А. А., Азизов А. Г. Алиева Р. В. и др. Стерически затрудненные Zr-фенолятные прекурсоры в селективной олигомеризации этилена // Нефтепереработка, нефтехимия, катализ (Сборник трудов ИНХП НАНА, Баку-Элм-2010, стр.136–173.
36. Z. A. Akhundova, A. A. Khanmetov, H. R. Azizbeyli, Sh. R. Bagirova Perspective fields of ionic liquid application. /Science-technical journal, Scientific works, 2019, № 2, p.127–134.
37. Matlab Khamiyev, Akbar Khanmetov, Vakhshouri Amir Reza, Reyhan Aliyeva, Kamala Hajiyev, Zeynab Akhundova, Gunay Khamiyeva Zirconium Catalyzed Ethylene Oligomerization //Applied Organometallic Chemistry, 2020. V.34, I.3. <https://doi.org/10.1002/aoc.5409>.
38. Qanbarli Z., Khanmetov A., Azizbeyli H., Khamiyev M. Polymerization of ethylene in the presence of various ligand organometallic catalytic systems//Asian Journal of Physical and Chemical Sciences. 2020, V.8, p.31–40.

## Совершенствование производства базовых масел

Чершинцев Константин Александрович, студент магистратуры

Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) Казанского национального исследовательского технологического университета

*Данная статья посвящена литературному обзору на тему потребности производителей и владельцев различного вида оборудования, использующих смазывающие материалы, к улучшению экологичности и достижению высоких эксплуатационных показателей с помощью совершенствования производства базовых масел для получения продукта, отвечающего данной потребности.*

**Ключевые слова:** изодепарафинизация, гидрофинишинг, кинематическая вязкость, устойчивость к окислению, легкое базовое масло, среднее базовое масло, тяжелое базовое масло, сантиСтокс (cSt).

Современные экологические стандарты, регулирующие содержание вредных веществ в выхлопных газах автомобилей, работающих на ДВС (например моноксид и диоксид углерода), что приводит к более строгим стандартам экономии топлива. Например, стандарты корпоративной средней экономии топлива в США или стандарты CAFE, принимаемые в том числе и во всем мире, вынуждающие всех автопроизводителей разрабатывать и внедрять новые конструкции двигателей, работающих при гораздо более высоких температурах, более строгих государственных стандартах топливной эффективности и ожидания потребителей относительно более длительного срока службы двигателя. Все эти факторы приводят к более высоким требованиям к характеристикам смазочных материалов и как следствие к новым строгим стандартам качества к производителям базовых масел и к разработанным на их основе смазочным материалам.

Во многих случаях обычные смазочные материалы на основе минеральных масел не могут обеспечить необходимый уровень производительности, но использование синтетических материалов может обеспечить путь к наивысшему уровню производительности.

По словам менеджера по технологиям базовых масел Shell Вей Сунга, применения синтетических масел / смазок столь же разнообразны, как и их химический состав, но в целом для них требуются смазочные масла для надежной работы в экстремальных условиях или нагрузках. «Примеры включают использование синтетических сложных эфиров в маслах для авиационных газотурбинных двигателей и синтетических углеводородных маслах в высокоэффективных, компактных современных двигателях легковых автомобилей, чтобы выдерживать высокие температуры, возникающие при смазке подшипников турбонагнетателя», — говорит он.

В связи с увеличивающимся спросом рынка на высококачественные синтетические масла, «текущий объем мирового рынка смазочных материалов оценивается в 125,81 млрд долларов США в 2020 году и, как ожидается, будет расти со среднегодовым темпом роста (CAGR) 3,7% с 2021 по 2028 год» — по информации исследовательской и консалтинговой компании из Индии и США «Grand View Research», российские производители при помощи OEM производителей стремятся как можно скорее модернизировать свои производственные мощности для получения базовых масел группы III, полиальфаолефиновой группы IV (ПАО) и алкилированные нафтилины группы V (AN) по классификации разработанную в 1993 году Американ-

ским институтом нефти (API), содержащие органические и неорганические сложные эфиры и другие молекулы, содержащие функциональные группы (полиалкиленгликоли [PAG], силиконы, галогенированные простые эфиры и т.д.). Данная группа масел соответствует строгим, современным стандартам качества, по таким показателям как хорошая реакция на антиоксидантные присадки (а не прямая окислительная стабильность), низкая летучесть (Noack), чистые пути разрушения с меньшим количеством отложений, лучшие характеристики при низких температурах, более высоким индексом вязкости, а также удовлетворять фактически растущий спрос на экономию топлива, приводящий к использованию «более жидкого» синтетических моторных масел классификацией SAE J3000W-16 — последней доступной степенью вязкости в соответствии с классификацией API, при условии благоприятной окружающей среды использования данного масла. [3]

Также немаловажным фактором является технология получения базовых масел, так как выбранная технология будет напрямую влиять на эксплуатационные показатели. К примеру, для некоторых составов смазочных материалов потребуется только одна присадка, а для других может потребоваться много. Технология производства базовых масел зависит от показателей исходного сырья «Газойль», что в свою очередь требует разработать пакет присадок к получаемому, по выбранной технологии, базовому маслу и конечного их применения.

Одна из самых распространенных технологий получения базового масла основана на процессах изодепарафинизации и гидрофинишинга. Сырье в данном процессе является неконвертируемый остаток реакций гидрокрекинга, гидроочищенные газойлевые фракции. Данное сырье обладает следующими свойствами: высокое содержание парафинов, снижающих низкотемпературные свойства масел (температура застывания); высокое содержание полициклических ароматических соединений, снижающих устойчивость к окислению, приводящее к изменению цветности масел. [1]

Температура застывания — это свойство, при котором масло критично теряет показатель текучесть. Температура застывания характеризует момент резкого увеличения вязкости и кристаллизации парафина при снижении температуры окружающей среды. При достижении температуры окружающей среды ниже температуры застывания, масло полностью теряет текучесть и твердеет. При идеальных условиях в процессе депарафинизации парафинового основания базового масла достигается снижение температурных показателей застывания при

том, как основная часть парафиновой основы сохраняется в составе базового масла.

Устойчивость к окислению — это свойство базового масла, достигаемое путём насыщения непредельными соединениями такими как полициклические ароматические соединения, и на-против к снижению стойкости окисления может приводить нафтено-ароматические углеводороды со способностью поглощать ультрафиолетовые волны с длиной волны 272 нм. Стойкость базового масла к окислению также зависит от молекулярного состава, исследуемого методом капиллярной газовой хроматографии. Высокая стойкость базового масла к окислению отражается на высоких эксплуатационных показателях моторных и промышленных масел, а именно снижается снижению испарения легких фракций, показателях кинематической вязкости, а также снижение образования отложений, нагара и побочных продуктов коррозии в процессе их работы [2].

После прохождения исходного сырья через реакции изомеризации, насыщения ароматическими соединениями, ги-

дрирования непредельными углеводородами и гидрокрекинга, наибольшая часть содержащихся в нём нормальных парафинов будет преобразована в парафины изостроения, а ароматические соединения насыщены. Содержание ароматических соединений в очищенном базовом масле не должно превышать 1%. В молекулярном составе базового масла на выходе с установки будут преобладать изопарафины и алкилнафтины, которые характеризуются высокой устойчивостью к окислению, имеют низкую температуру застывания и практически бесцветны.

В дальнейшем продукты реакции поступают на блок атмосферной ректификации для отгона легких фракций и на блок вакуумной ректификации для разгона сырья на фракции масел различной вязкости и текучести.

Данные процессы позволяют получить высококачественные масла широкого профиля применения, а именно масла трансформаторные, гидравлические, трансмиссионные, буровые, турбинные и даже пищевые (белые масла).

#### Литература:

1. О. Н. Цветков, В. М. Школьников Современное состояние и перспективы развития каталитических процессов получения базовых масел. Катализ в промышленности, № 3.— М.: Изд-во «Калвис», 2008
2. Н. С. Гарайшина, Н. Н. Умарова, Статистический анализ процесса производства полиальфаолефиновых масел. Вестник КНИТУ-Т.15 № 10.— Казань: Изд-во КНИТУ, 2012
3. Р. Н. Фамутдинов, С. В. Дезорцев, Определение качества сырья для производства высокоиндексных базовых масел

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Важность использования распределенных систем контроля версий

Будилов Виктор Николаевич, кандидат технических наук, доцент;

Романов Александр Александрович, студент магистратуры

Поволжский государственный университет сервиса (г. Тольятти)

*В статье авторы определяют важность использования распределенных систем контроля версий для разработки программного продукта.*

**Ключевые слова:** VCS, CVCS, DVCS, RCS, система контроля версий, контроль версий.

Для разработки программного продукта необходимо использовать систему контроля версии. Контроль версий — это система, которая записывает изменения в файл или набор файлов с течением времени, чтобы вы могли впоследствии вызывать определенные версии. Различают 3 вида контроля версии:

1. Локальная система контроля версий

Многие люди выбирают метод контроля версий — копировать файлы в другой каталог. Этот подход очень распространен,

потому что он очень прост, но он также невероятно подвержен ошибкам. Легко забыть, в каком каталоге вы находитесь, и случайно записать в неправильный файл или скопировать файлы, которые вы не хотите использовать.

Чтобы решить эту проблему, программисты давно разработали локальные VCS, которые имели простую базу данных, в которой все изменения в файлах находились под контролем версий.

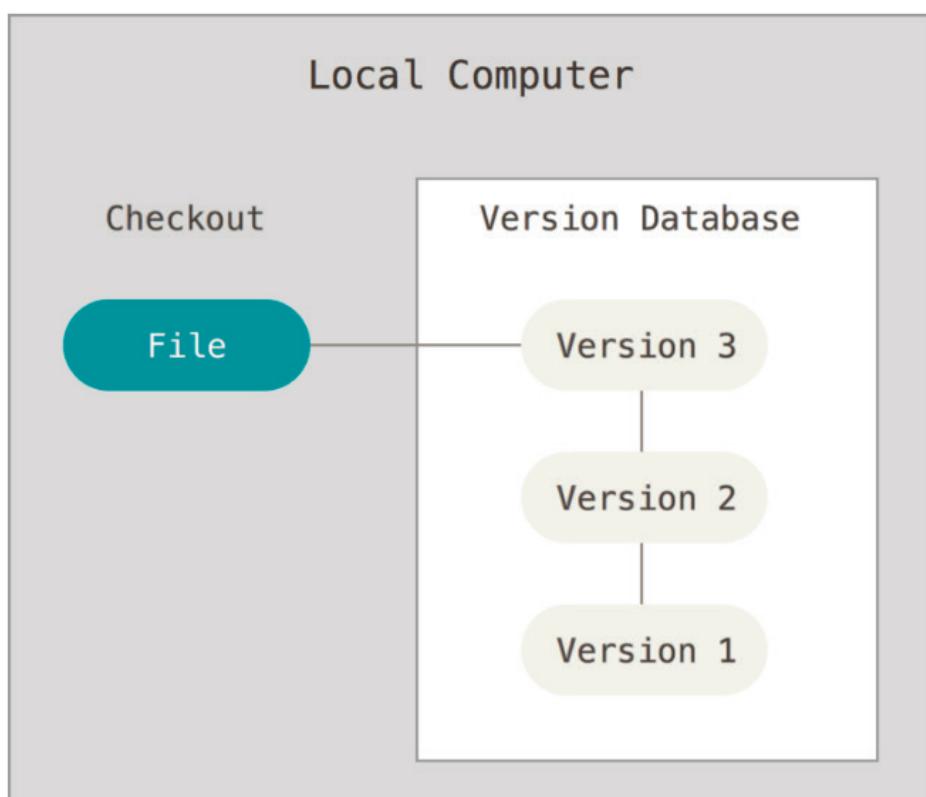


Рис. 1. Схема локальной системы контроля версий

Одним из самых популярных инструментов VCS была система RCS, которая до сих пор распространяется на многих компьютерах. RCS работает, сохраняя наборы патчей (то есть различия между файлами) в специальном формате на диске; затем он может воссоздать, как любой файл выглядел в любой момент времени, сложив все патчи.

## 2. Централизованная система контроля версий

Следующая важная проблема, с которой сталкиваются люди, заключается в том, что им необходимо сотрудничать с разработчиками других систем. Для решения этой проблемы были разработаны централизованные системы контроля версий (CVCS). Эти системы (такие как CVS, Subversion и Perforce) имеют один сервер, который содержит все версионные файлы, и несколько клиентов, которые извлекают файлы из этого центрального места. На протяжении многих лет это был стандарт для контроля версий.

Эта настройка предлагает много преимуществ, особенно перед локальными VCS. Например, каждый в определенной степени знает, что делают все остальные в проекте. Администраторы имеют детальный контроль над тем, кто что может делать, и гораздо проще администрировать CVCS, чем иметь дело с локальными базами данных на каждом клиенте. Тем не менее, эта установка также имеет некоторые серьезные недостатки. Наиболее очевидной является единственная точка отказа, которую представляет централизованный сервер. Если этот сервер отключается в течение часа, то в течение этого часа никто не сможет вообще сотрудничать или сохранять версионные изменения во всем, с чем они работают. Если жесткий диск, на котором находится центральная база данных, поврежден и надлежащее резервное копирование не было сохранено, вы потеряете абсолютно все — всю историю проекта, за исключением того, что отдельные снимки будут на их локальных компьютерах. Локальные системы VCS страдают от этой же проблемы: всякий раз, когда у вас есть вся история проекта в одном месте, вы рискуете потерять все.

3. Распределенная система контроля версий

Именно здесь вступают в действие распределенные системы контроля версий (DVCS). В DVCS (например, Git, Mercurial, Bazaar или Darcs) клиенты не просто проверяют последний снимок файлов; скорее они полностью отражают хранилище, включая его полную историю. Таким образом, если какой-либо сервер умирает, эти системы сотрудничают через этот сервер, любое из клиентских репозиториев может быть скопировано обратно на сервер для его восстановления. Каждый клон — это полная резервная копия всех данных.

Кроме того, многие из этих систем прекрасно справляются с наличием нескольких удаленных репозиториев, с которыми они могут работать, поэтому вы можете одновременно работать с разными группами людей по-разному в рамках одного проекта. Это позволяет настроить несколько типов рабочих процессов, которые невозможны в централизованных системах, например, иерархические модели.

На рынке лидирует система контроля версии — Git. Также для работы с ней есть инструмент GitLab. GitLab — веб-инструмент жизненного цикла DevOps с открытым исходным кодом, представляющий систему управления репозиториями кода для Git с собственной вики, системой отслеживания ошибок, CI/CD пайплайном и другими функциями.

У распределенной системы контроля версий больше плюсов для использования в разработке программных продуктов, чем другие системы контроля версий, что позволяет говорить о необходимости её использования.

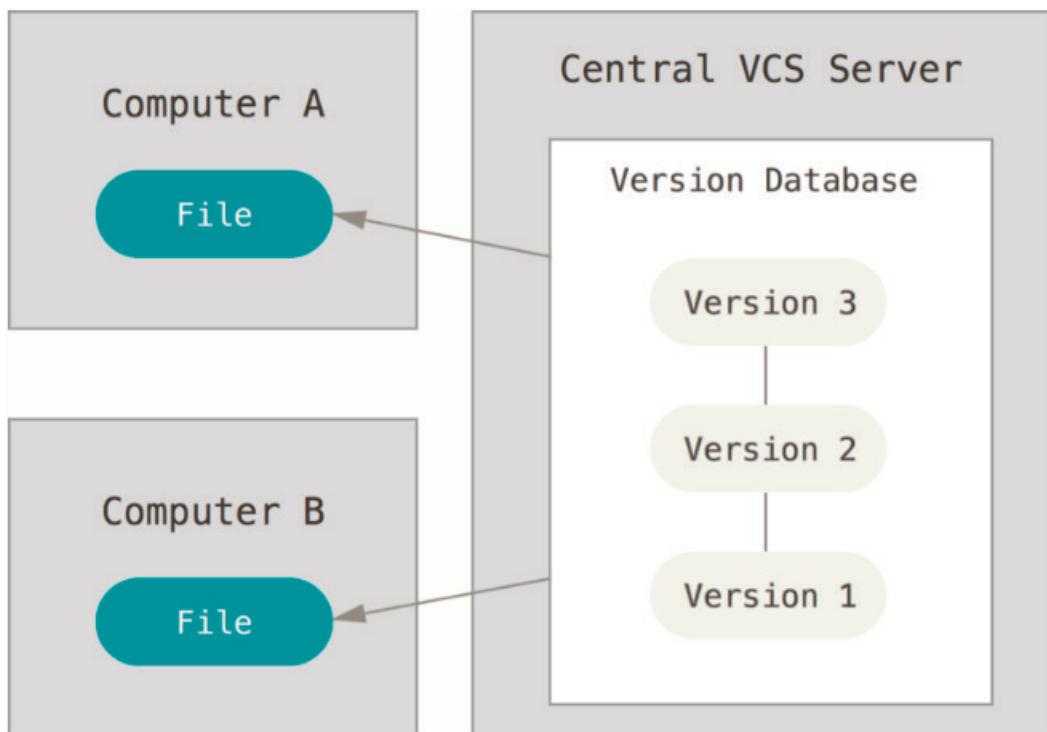


Рис. 2. Схема централизованной системы контроля версий

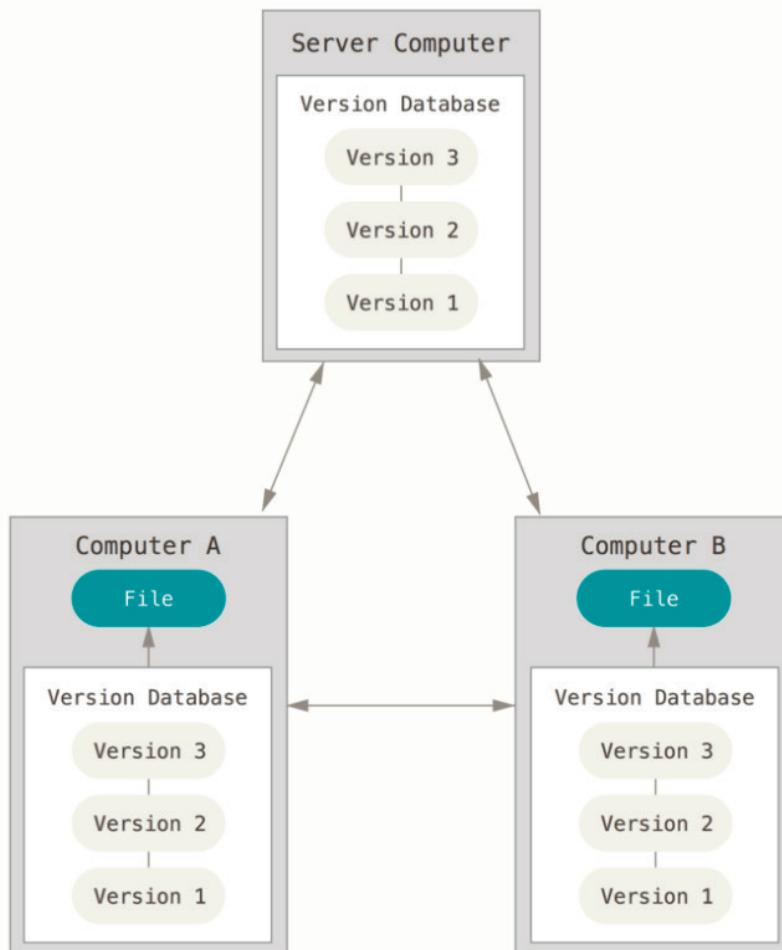


Рис. 3. Схема распределенной системы контроля версий

Литература:

1. Jon Loeliger, Matthew McCullough Version Control with Git: Powerful tools and techniques for collaborative software development — 2<sup>nd</sup> edition.— O'Reilly, 2012.— 679 p.

## Востребованные backend-технологии для разработки программного продукта

Будилов Виктор Николаевич, кандидат технических наук, доцент;

Романов Александр Александрович, студент магистратуры

Поволжский государственный университет сервиса (г. Тольятти)

*В статье авторы определяют востребованные backend-технологии для разработки программного продукта.*

**Ключевые слова:** .NET, программный продукт, CSS, GPL, MVC, язык программирования.

Каждый программный продукт имеет жизненный цикл:

1. Разработка требований, анализ требований, спецификаций;
2. Проектирование продукта
3. Реализация, написание кода

4. Тестирование

5. Внедрение, эксплуатация

Для проектирования необходимо разработать требования к продукту, проанализировать и составить спецификацию.

На этапе проектирования необходимо определить язык программирования, базу данных, систему контроля версий. Не смотря на всю свободу выбора инструментов разработки и среды исполнения для программных продуктов, невозможно не учитывать производственные интересы. Подобранный инструментарий должен обеспечивать простоту, скорость и гибкость разработки, а среди исполнения должны предоставлять необходимый набор возможностей для организации процессов непрерывной интеграции и доставки программного продукта. Описанные далее технологии и инструменты можно считать хорошими примерами, удовлетворяющими все потребности, возникающие при разработке программного продукта.

Программный код делится на бэкенд (backend) и фронтенд (frontend). Бэкенд, в большинстве случаев, используется для написания бизнес-логики, того, что пользователь не видит. Но с помощью некоторых языков программирования можно разрабатывать и внешний вид программы или сайта. Фронтенд — это внешний вид программы, веб-сайта, того, что пользователь видит. Используется для написания сайтов, их верстки, внешнего вида с помощью CSS стилей и логики взаимодействия пользователя с программой.

Для написания бэкенда программы популярны следующие языки программирования: Java, Python, .NET.

Java — строго типизированный объектно-ориентированный язык программирования, разработанный компанией Sun Microsystems (в последующем приобретённой компанией Oracle). Разработка ведётся сообществом, организованным через Java Community Process, язык и основные реализующие его технологии распространяются по лицензии GPL. Права на торговую марку принадлежат корпорации Oracle.

Приложения Java обычно транслируются в специальный байт-код, поэтому они могут работать на любой компьютерной архитектуре, для которой существует реализация виртуальной Java-машины.

Бэкенд-технологии Java могут использоваться для решения большого количества задач, включая:

- Разработка мобильных приложений под Android.
- Разработка сайтов.
- Работа с базами данных.
- Обработка изображений.
- Разработка настольных приложений.
- Работа с сетью.

#### Литература:

1. Bruce Eckel Thinking in Java — fourth edition.— Prentice Hall, 2006.— 1057p.
2. Самые популярные языки программирования бэкенда: для чего они подходят лучше всего и какие компании их используют [Электронный ресурс].— URL: <https://habr.com/ru/company/skillbox/blog/534684/>

ASP.NET — это ответ Microsoft на Java..NET представляет собой фреймворк, который используется для создания сайтов на таких языках, как Visual Basic (VB), C#, F# и прочие.

Основа языка — архитектурный шаблон MVC (Model-View-Controller). В этой схеме контроллер принимает запросы пользователя и взаимодействует с моделью для обработки данных. Потом результат уже передается в представление, отображаясь в виде интерфейса веб-страницы.

.NET, выложенный в открытый доступ в 2016 году, может интегрироваться с iOS, Linux и Android через .NET Core. Код очень стабильный и надежный, что делает язык популярным корпоративным решением. Кроме того, поскольку .NET — продукт Microsoft, у него хорошая поддержка.

C# — высокоуровневый язык программирования, на котором можно писать софт, независимый от архитектуры процессора конкретного компьютера.

C# популярен среди разработчиков благодаря некоторым преимуществам C++. При этом на нем проще писать код, избегая ошибок, которые характерны для того же C++.

С его помощью можно:

- Разрабатывать десктопные приложения.
- Создавать мобильные приложения.
- Создавать веб-приложения и игры.
- Работать с Big Data.

За последние несколько лет Python стал чрезвычайно популярным языком программирования. Язык универсален и используется как для веб-разработки, так и для создания настольных приложений. В интернете есть огромное количество различной информации об этом языке, так что он неплохо подходит для начинающих.

Более того, синтаксис языка простой и понятный, по сравнению с другими бэкенд-языками. Те, кто программирует на Python, говорит о коде, как об «элегантном», «читаемом» и «красивом».

Вот несколько оптимальных задач, для которых можно использовать Python:

- Написание кроссплатформенных shell-скриптов.
- Быстрая автоматизация.
- Веб-разработка.

В целом, это не полный список технологий. В этой статье указаны наиболее популярные и востребованные языки для бэкенда программного продукта.

## Процесс разработки программного продукта по методологии SCRUM

Будилов Виктор Николаевич, кандидат технических наук, доцент;  
 Романов Александр Александрович, студент магистратуры  
 Поволжский государственный университет сервиса (г. Тольятти)

*В статье авторы раскрывают процесс разработки программного продукта по методологии SCRUM с использованием экстремального программирования.*

**Ключевые слова:** SCRUM, каскадная модель, экстремальное программирование, команда разработки, анализ требований, обзор спринта.

Процесс разработки программного продукта сложен и многообразен. Существует несколько моделей такого процесса, которые описывают свой подход в виде задачи. Процесс разработки состоит таких дисциплин, как:

- Анализ требований
- Разработка архитектуры
- Кодирование
- Тестирование и отладка
- Внедрение
- Сопровождение

Порядок этих подпроцессов определяет модели процесса: Waterfall (Каскадная модель), Agile (гибкая методология разработки), XP (экстремальное программирование).

Каскадная модель процесса регламентирует выполнения подпроцессов в последовательном порядке, начиная с анализа

требований и заканчивая внедрением. Следующий этап процесса не начинается, пока полностью не выполнен текущий процесс. Только закончив один процесс можно приступать к другому.

Каскадная модель в основном применяется на старте проекта, и эта модель может смениться на другую, например, Agile, когда будет готов минимальный продукт, отвечающий требованиям заказчика.

Agile (в переводе с английского означает «гибкий») — это итеративная модель процесса разработки. Принцип этой модели заключается в последовательные выдачи результатов заказчику для более гибкого решения под новые нужды заказчика.

На рисунке ниже представлена наглядная разница между каскадной моделью и итеративной.

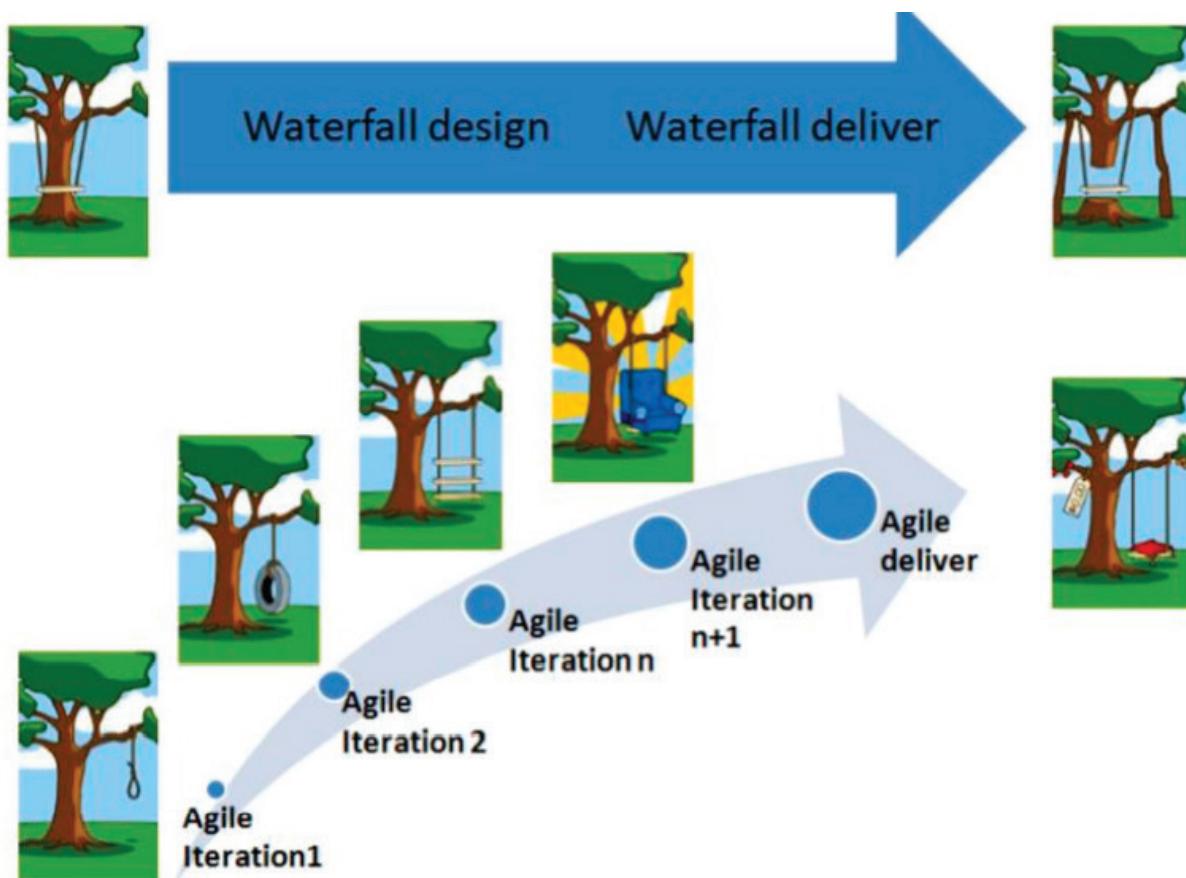


Рис. 1. Каскадная и итеративная модели процессов

SCRUM (англ. «схватка») — это фреймворк, который помогает решать изменяющиеся в процессе работы задачи, чтобы продуктивно и творчески поставлять клиентам продукты с максимальной возможной ценностью.

SCRUM является частью Agile, как и экстремальное программирование.

SCRUM был изобретен и представлен миру Джейфом Сазерлендом и Кеном Швабером на конференции в 1995 году.

SCRUM основан на теории эмпирического управления (эмпиризме). Согласно этой теории, источником знаний является опыт, а источником решений — реальные данные.

У SCRUM есть фундамент — «три кита», на которых и строится методология.

Прозрачность означает, что значимые характеристики процесса должны быть известны тем, кто отвечает за его результат.

Инспекция означает, что участники процесса должны регулярно инспектировать артефакты методологии и свой прогресс в продвижении к цели спринта, чтобы вовремя обнаружить нежелательные отклонения.

Если в результате инспекции выясняется, что одна или несколько характеристик процесса выходят за допустимые пределы, и это приводит продукт в неприемлемое состояние, то процесс или обрабатываемый материал необходимо изменить, т.е. адаптировать.

Спринт — это контейнер для событий, таких как: планирование спринта, ежедневного скрама, разработки, обзор спринта и ретроспектива спринта. Каждый спринт можно считать проектом, который длится от 2 до 4 недель. Каждый

спринт включает в себя цель и инкремент продукта как результат работы.

Во время планирования спринта определяют какие задачи будут сделаны и как, а также формируется цель спринта — ориентир для команды разработки. Каждая задача описывается в формате story (англ. «история»):

As a <role>

I can <activity>

So that <business value>

Чтобы определить, какие задачи будут выбраны в Спринт, используют покер-планирование (Poker Planning). Это событие, в котором участники, используя числа Фибоначчи (1, 2, 3, 5, 8 и т.д.), определяют сложность той или иной задачи.

Ежедневный скрам — это мероприятие, в рамках которого команда разработки делиться информацией по поводу что было сделано вчера, что делаем сегодня и есть ли какие препятствия для достижения цели спринта.

Обзор спринта (Demo) подразумевает под собой событие, при котором команда разработки демонстрирует готовую работу и рассказывает, что получилось сделать во время Спринта, какие проблемы возникли.

Ретроспектива проводится для инспекции прошедшего Спринта применительно к людям, отношениям, процессам и инструментам, обнаружение и упорядочение того, что прошло хорошо и того, что нуждается в улучшении.

Использование методологии SCRUM вкупе с экстремальным программированием позволит создать продукт, отвечающий всем требованиям заказчика и изменяющийся, если требования поменялись.

#### Литература:

1. Джейф Сазерленд SCRUM. Революционный метод управления проектами = SCRUM. The art of doing twice the work in half the time.— Манн, Иванов и Фербер, 2016.— 288 с.
2. Хенрик Книберг Scrum и XP: заметки с передовой = Scrum and XP from the trenches.— C4Media, 2007.— С. 140.
3. Майк Кон Scrum: гибкая разработка ПО = Succeeding with Agile: Software Development Using Scrum.— М.: «Вильямс», 2011.— С. 576.
4. Кеннет Рубин Основы Scrum: Практическое руководство по гибкой разработке ПО = Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process.— М.: «Вильямс», 2016.— С. 544.

## Прогнозирование энергопотребления здания с использованием методов машинного обучения

Гребень Никита Владимирович, студент;

Елькина Анна Александровна, студент;

Пашкин Илья Андреевич, студент

Санкт-Петербургский государственный университет

В статье авторы приводят исследование различных алгоритмов машинного обучения для дальнейшего применения в задаче прогнозирования потребления энергии здания.

**Ключевые слова:** машинное обучение, прогнозирование.

Ежегодно множество компаний закупает ресурсы для собственных нужд в процессе эксплуатации из единой энер-

госистемы. Закупка электроэнергии осуществляется на основании прогнозирования. Поэтому необходимо как можно

точнее определить величину объема закупаемых ресурсов для внесения соответствующей оплаты.

Целью данной работы является исследование различных алгоритмов машинного обучения для дальнейшего применения в задаче прогнозирования потребления энергии здания.

Задача, рассматриваемая в данной работе: ASHRAE — Great Energy Predictor III, взята с платформы для проведения конкурсов по машинному обучению Kaggle [1]. Требуется предсказать потребление энергии для здания с учетом известных метеорологических данных. Даны значения потребления энергии для здания в течение года, а также данные по погоде. Задача предполагает использование регрессионных алгоритмов машинного обучения.

Поскольку в наборе данных имеются столбцы с пропущенными значениями, возникает необходимость перейти к данным, не имеющим пропусков, с целью дальнейшего применения алгоритмов машинного обучения. Для решения этой проблемы воспользуемся методами заполнения пропусков. Т. к. пропуски в данных имеются лишь в столбцах с количественными переменными, заменим их на среднее арифметическое значение по столбцу (воспользуемся функцией «mean» [2]).

В качестве инструмента решения задачи будет использован высокоуровневый язык программирования общего назначения Python [3]. Данную задачу будем решать, применяя вид машинного обучения «с учителем» (при таком обучении делаются выводы о тестовых данных на основе данных обучения). Для начала выбранные модели необходимо обучить, а затем протестировать на выборках, являющимися частями исходного на-

бора данных. Обучающая выборка содержит в себе 80%, а тестовая — оставшиеся 20% исходного набора данных.

Воспользуемся методами, основанными на регрессии. В некоторых случаях алгоритм линейной регрессии может стать нестабильным, из-за чего может возникнуть проблема переобучения. Переобучение — ситуация, когда модель корректирует задачу на тренировочной выборке, но дает плохие результаты на тестовых. Решить данную проблему можно наложением ограничений на регрессионную модель, то есть применением регуляризации.

Для построения воспользуемся следующими алгоритмами машинного обучения:

1. Linear Regression [4]
2. LASSO Regression [5]
3. Bayesian Ridge Regression [6]

Затем при помощи функций из библиотеки Scikit-learn [7] строим модели, основанные на вышеизложенных алгоритмах. Результаты построенных моделей по условию задачи оценивались при помощи Root Mean Squared Logarithmic Error (RMSLE) [8]:

$$RMSLE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log(p_i + 1) - \log(a_i + 1))^2}{n}}.$$

Чем эта ошибка меньше, тем лучше выбранная модель решает задачу.

После построения и оценки моделей с использованием метрики, описанной выше, получаем результаты, представленные на Рисунке 1 и занесенные в Таблицу 1:

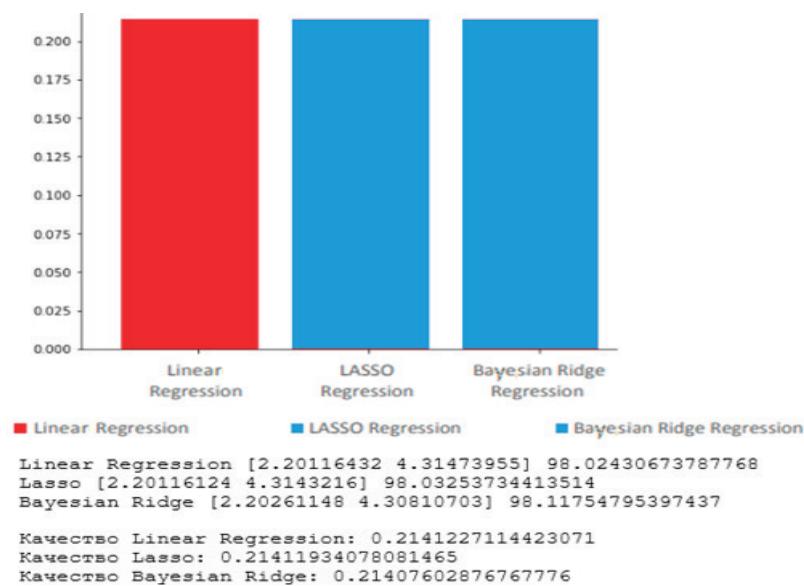


Рис. 1. Результаты примененных алгоритмов

Таблица 1. Результаты примененных алгоритмов

Алгоритм	RMSLE
Linear Regression	0.2141227114423071
Lasso Regression	0.21411934078081465
Bayesian Regression	0.21407602876767776

Коэффициенты алгоритмов Linear Regression, LASSO и Bayesian Ridge практически идентичны, качество выбранных методов также почти не отличается, следовательно, использо-

вание каких-то других методов помимо обычной линейной регрессии нецелесообразно, т.к. это не даст нам никакого особого выигрыша в данной задаче.

Литература:

1. ASHRAE — Great Energy Predictor III // Kaggle URL: <https://www.kaggle.com/c/ashrae-energy-prediction> (дата обращения: 15.02.2021).
2. Mathematical statistics functions URL: <https://docs.python.org/3/library/statistics.html> (дата обращения: 16.02.2021).
3. Python 3.8.0 documentation / Python 3.8.0 documentation URL: <https://docs.python.org/3/> (дата обращения: 15.02.2021).
4. Linear Regression URL: <http://www.stat.yale.edu/Courses/1997–98/101/linreg.htm> (дата обращения: 22.02.2021).
5. A Complete understanding of LASSO Regression URL: <https://www.mygreatlearning.com/blog/understanding-of-lasso-regression/> (дата обращения: 15.02.2021).
6. Bayesian linear regression URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian\\_linear\\_regression](https://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian_linear_regression) (дата обращения: 16.02.2021).
7. Открытая библиотека машинного обучения scikit-learn. URL: <https://scikit-learn.org/> (дата обращения: 16.03.2021).
8. Understanding Root Mean Squared Logarithmic Error (RMSLE) URL: <https://www.kaggle.com/carolepelaars/understanding-the-metric-rmsle> (дата обращения: 16.02.2021).

## Разработка алгоритма быстрого преобразования Фурье на базе модели акторов

Гребень Никита Владимирович, студент;  
 Елькина Анна Александровна, студент;  
 Пашкин Илья Андреевич, студент  
 Санкт-Петербургский государственный университет

*В данной работе авторами представлен параллельный алгоритм быстрого преобразования Фурье, универсальным примитивом выполнения вычислений которого является семейство акторов.*

**Ключевые слова:** модель акторов, параллельное программирование, быстрое преобразование Фурье.

Модель акторов является обобщением сетей конечных автоматов, не имеющих ограничений на глобальную синхронизацию и определенный порядок поступления сообщений, что дает новые возможности в написании параллельных программ. В основном модель используется как теоретическая база для создания параллельных систем, в частности, в настоящее время находит применение в мультиагентных системах и облачных вычислениях [1]. В виду конкурентности (concurrency) модели и её фундаментально отличительных концепций, интересно проследить возможность адаптаций традиционных последовательных алгоритмов под данный вид модели параллельных вычислений, а также выявить её недостатки.

Цель данной работы состоит в разработке параллельного алгоритма быстрого преобразования Фурье, путем создания подходящей топологии системы акторов и распределения вычислительных компонентов по её узлам, а также сравнительный анализ относительно последовательного аналога.

На первом этапе алгоритма происходит инициализация системы акторов — получение значений вектора коэффициентов многочлена, создание актора с поведением *fft*, который ответственен за вычисление быстрого преобразования Фурье, проинициализированный размером вектора, первообразными корнями из единицы, и адресом идентификатора актора, куда будет отправлен результат преобразования [2]. Затем происходит пе-

ресылка сообщения в созданный актор, инициирующая начало вычислений. Следующим этапом происходит развертывание классического алгоритма быстрого преобразования Фурье в виде двоичного дерева. Корень дерева отвечает за все компоненты коэффициентов полинома, где для всех остальных вершин, кроме листьев, каждому левому потомку соответствуют элементы, стоящие на четных местах предка, а каждому правому — на нечетных (Рис. 1). Задача для акторов поведения *fft* заключается в управлении и передачи необходимых параметров для инициализаций акторов с поведением *merge*, выполняющих пересчет DFT и слияние результатов преобразования, а также определение листовых элементов — моментов окончания создания новых акторов типа *fft* [3]. Для их выявления каждому актору, помимо первообразных корней и PID порождающего процесса [4], необходимо пересыпать переменную, накапливающую сумму степеней двойки для правых потомков на каждой глубине дерева (Рис. 1).

Процессы типа *merge* выполняют несколько функций: они ожидают прихода двух последовательностей, производят их слияние, создают новый актор и передают ему данные для пересчета DFT над вектором коэффициентов. При ожидании двух последовательностей, акторы реализуют простейшего рода *барьерную синхронизацию* [5]. Топология получившейся системы представлена на Рисунке 2.

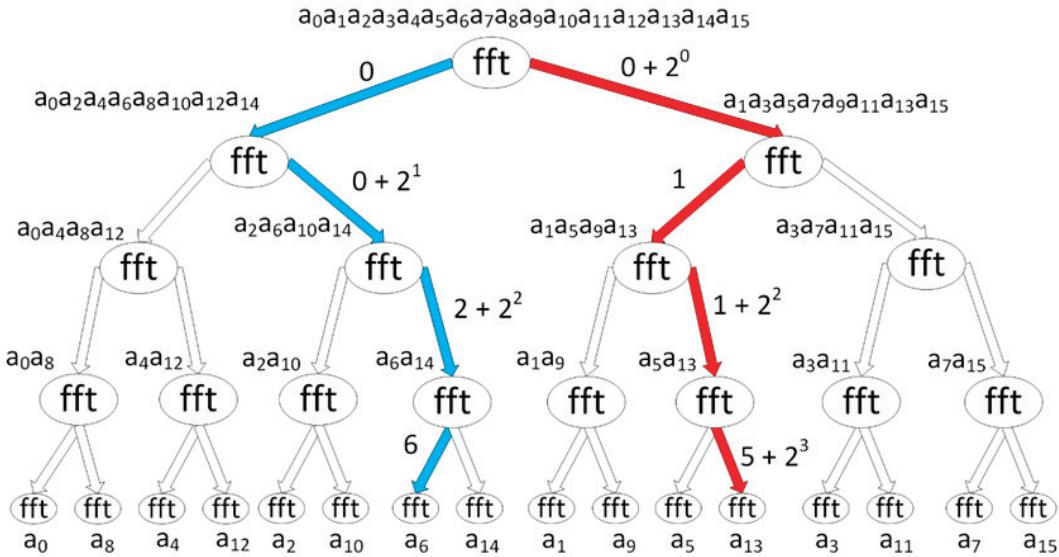


Рис. 1. Определение положения листовых элементов в векторе коэффициентов многочлена

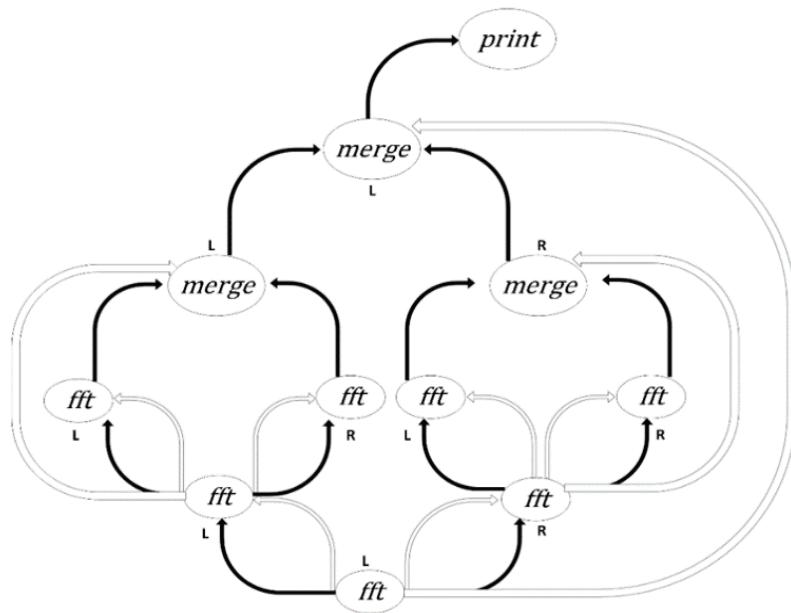


Рис. 2. Система акторов, реализующая преобразование Фурье

При подсчете получившегося ускорения алгоритма было обнаружено, что общая вычислительная сложность параллельного варианта, запущенного на множестве процессов, отличается на некоторую константу. Результат представлен на Рисунке 3. Следовательно, несмотря на разницу во времени выполнения преобразования, описанный алгоритм можно относительно легко распределить по вычислительным узлам, за счет чего можно будет погасить данную константу.

Несмотря на возможность распараллеливания алгоритма быстрого преобразования Фурье, построенная система на базе модели акторов имеет недостатки. В некоторых местах приходилось имитировать процессы итерации, при которых несколько теряется смысл данной архитектуры, т.е. описанные операции

выполняются медленнее, нежели при их посредственной последовательной обработке.

Одним из главных недостатков является неопределенность прихода сообщений от акторов, что подталкивает на реализацию подобия барьерной синхронизации и дополнительной обработке некоторых случаев. К достоинствам можно отнести его неязвимость к взаимным блокировкам. Поскольку процессы не имеют разделяемых данных, это избавляет от продумывания стратегий для обработки критических секций. Однако, одним из главных результатов является сохранение вычислительной сложности алгоритма и возможности его динамического масштабирования в рамках распределенной среды.

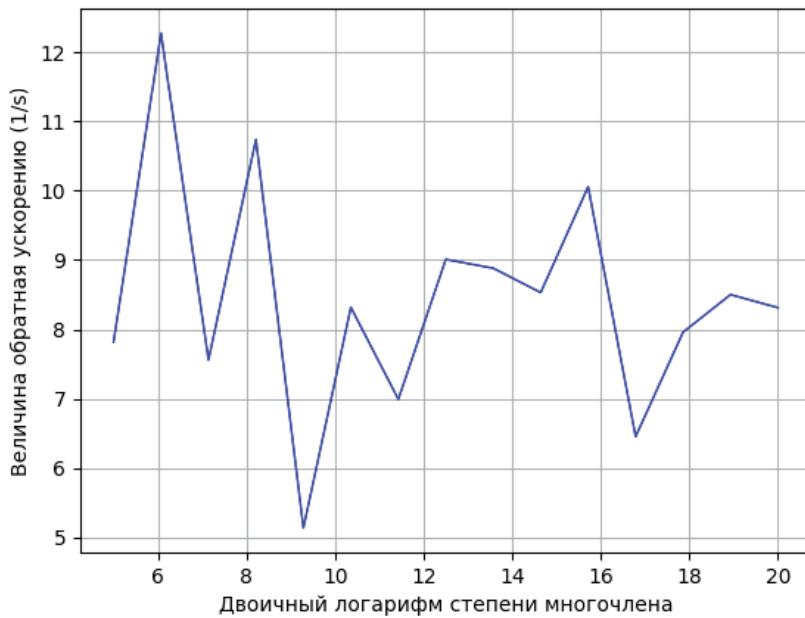


Рис. 3. Зависимость ускорения алгоритма от степени многочлена

Литература:

1. Федотов И. Е. Модели параллельного программирования.— М.: СОЛООНПРЕСС, 2012. 384 с.
2. Быстрое преобразование Фурье. URL: [https://emaxx.ru/algo/fft\\_multiply](https://emaxx.ru/algo/fft_multiply) (дата обращения: 03.03.2021)
3. Agha G. A. Actors: A Model of Concurrent Computation in Distributed Systems.— Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1986.— 190p.
4. Clinger W. D. Foundations of Actor Semantics.— Doctoral Dissertation.— MIT Artificial Intelligence Laboratory, 1981.— 177p.
5. Andrews, Gregory R. Foundations of multithreaded, parallel, and distributed programming.— Reading, Mass.: Addison-Wesley, 2000.— 664p.

## Сегментация изображения с помощью нейронных сетей на примере практической задачи

Гребень Никита Владимирович, студент;  
Елькина Анна Александровна, студент;  
Пашкин Илья Андреевич, студент  
Санкт-Петербургский государственный университет

В статье авторы приводят способ решения задачи сегментации изображения на примере задачи перекраски стен на фотографии комнаты.

**Ключевые слова:** сегментация изображений, нейронные сети.

Вместе с активным развитием нейронных сетей в настоящее время стали актуальны задачи компьютерного зрения, т.е. задачи по обработке изображений и видео, таких как классификация, кластеризация, сегментация, детекция, восстановление от воздействий шума, генерация и др.

Задача сегментации изображения — это задача разбиения цифрового изображения на несколько отдельных областей, каждая из которых составляет один из классов разбиения. В данной статье будет рассмотрен пример задачи обработки изображения, которая включает в себя сегментацию.

Суть задачи состоит в следующем: пользователь загружает фотографию своей комнаты в программу, выбирает любой желаемый цвет, после чего программа перекрашивает в этот цвет обои на фотографии.

Такая программа была бы полезна тем, кто собирается менять интерьер у себя в комнате: не придется несколько раз ходить в магазин, чтобы подобрать нужный цвет. Эта программа выгодна и магазину по продаже настенных покрытий, ее наличие является конкурентным преимуществом.

Для того, чтобы решить описанную задачу, необходимо:

1) Выполнить задачу сегментации, а именно: подобрать датасет с фотографиями комнат и соответствующими им изображениями-масками, на которых сегментированы стены и построить модель нейронной сети с архитектурой, соответствующей задаче, и обучить ее сегментации;

2) Разработать алгоритм, который выполнял бы перекраску изображения.

Для проведения исследования в данной работе был использован язык программирования Python 3.8, с использованием библиотек: Keras 2.4.3, Numpy 1.20.1, Matplotlib 3.3.4, Scikit-image 0.18.1.

Был найден датасет [1], в котором содержались 1800 фотографий с соответствующими им масками. Помимо стен, на масках изначально были размечены еще 22 различных класса объектов, которые не были нужны для выполнения нашей задачи, поэтому они были объединены в один.



Рис. 1. Пример фотографии и маски из датасета

Датасет был размечен недостаточно корректно, поэтому до построения модели были исключены 400 фотографий и масок к ним.

В качестве архитектуры была взята U-Net (ее преимущества были описаны в статье [2]). Сначала была использована классическая по количеству слоев U-Net, которая описана, например, в книге [3].

Далее, поочереди обучались модели архитектуры U-Net с общими параметрами:

Таблица 1. Общие параметры моделей

Функция активации свертки	Изменение разрешения при свертке	Функция активации на выходе	Оптимизатор	Функция потерь	Метрика
ReLU	Нет	Sigmoid	Adam	Binary crossentropy	Accuracy

В Таблице 2 представлены параметры обучения каждой модели, которые менялись в процессе исследования.

Таблица 2. Переменные параметры

№	Размер выборки	Размер батча	Шаг обучения	Число нейронов	Аугментация	Разрешение	Кол-во эпох
1	1400	20	0.001	1941105	Нет	128x128	50
2	1000	25	0.001	1941105	Нет	128x128	70
3	640	32	0.005	1941105	Нет	128x128	70
4	640	32	0.003	1941105	Да	128x128	70
5	640	32	0.003	1941105	Да	512x512	70
6	640	32	0.003	31110001	Да	512x512	70

При аугментации варьировались параметры: приближение, поворот, яркость и горизонтальный поворот (зеркальное отображение). Для каждой модели из датасета 90% изображений и масок были включены в обучающий набор, а остальные 10% — в валидационный. В итоге, 6-я модель имела на последней эпохе наивысшую точность: 86%, а также визуально лучше всех производила сегментацию на тестовых фотографиях.

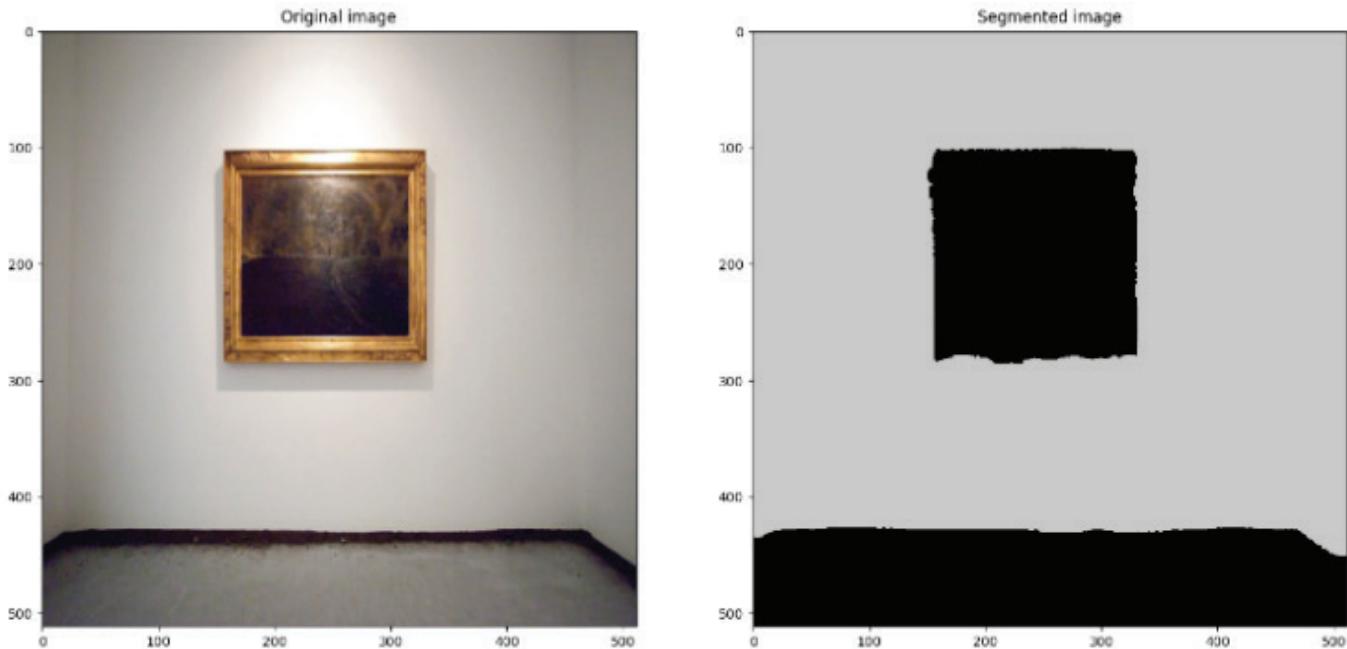


Рис. 2. Пример работы 6-й модели нейронной сети

После этого была выведена формула перекраски каждого пикселя, который находится под маской, формула использует яркость исходного пикселя, а значит позволяет сохранить рельеф и тени при перекраске:

$$new_k = color_k \times \frac{\max_k original_k}{255}, \quad (1)$$

где  $new$  — текущий пиксель нового изображения,  $color$  — цвет, задаваемый пользователем,  $original$  — цвет текущего пикселя исходного изображения,

$k = 1, 3$  — цветовая компонента.

Путем совмещения алгоритмов сегментации и перекраски получилось необходимое решение. На примере актуальной задачи была решена задача сегментации с некоторой точностью. Есть смысл найти более подходящий датасет, а также, экспериментировать с параметрами нейронной сети для увеличения точности.

Литература:

1. RMRC Reconstruction Meets Recognition Challenge 2014. [Электронный ресурс]. URL: <https://cs.nyu.edu/~silberman/rmrc2014/indoor.php> (дата обращения: 11.06.2021).
2. U-Net: нейросеть для сегментации изображений. [Электронный ресурс]. URL: <https://neurohive.io/ru/vidy-nejrosetej/u-net-image-segmentation/> (дата обращения: 11.06.2021).
3. S. Pattanayak. Pro Deep Learning with TensorFlow [Книга]. — Berkeley, CA: Apress, 2017. — 398 с.
4. Аугментация (augmentation, «раздутие») данных для обучения нейронной сети на примере печатных символов. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/company/smartengines/blog/264677/> (дата обращения: 11.06.2021).

## Разработка мобильного приложения робота-бегуна. Часть 2

Гугуев Юрий Дмитриевич, студент магистратуры;  
Изюмов Андрей Игоревич, кандидат технических наук, доцент  
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В статье представлена концептуальная разработка мобильного робота, предназначенного для тренировок легкоатлетов.

**Ключевые слова:** мобильный робот, приложение, android, программирование

### Долгосрочное локальное хранение данных работы робота

Данная задача обоснована необходимостью аккумулирования данных состояния робота и последующего их воспроизведения для оценки рабочей сессии работы по завершению тренировки.

Для приложения необходимо чтобы БД имела следующие характеристики:

- Создание быстрых записей
- Локальное хранение

Для хранения такого типа данных будет задействована база данных SQLite по следующим причинам:

- Легко интегрируется в Xamarin forms
- Структура базы данных позволяет делать быстрые записи
- Существует ORM решение для Xamarin forms
- База данных локальна

ORM (объектно-реляционное отображение, или преобразование) освобождает нас от написания sql запросов к базе данных, и позволяет работать с ней как коллекцией объектов, не нарушая концепций объектно-ориентированного программирования.

### Парсинг сообщений

При получении байта 10 (перенос строки) происходит проверка полученного набора байт на совпадение CRC кода.

Массив байт \_buffer отвечает за аккумулирование ранее полученных байт, для значения индекса массива куда был записан последний байт введена переменная \_index. Также в случае получения большого кол-во ошибок может произойти переполнение массива, для этого в алгоритме есть проверка что если \_index указывает на позицию за пределами массива, то мы обнуляем данный индекс.

Для парсинга сообщения был сделан словарь, с ключом — id сообщения, и значение — метод генерирующий объект из сообщения, что позволяет легко пополнять набор типов сообщений, сам метод реализуется в классе описывающем тело сообщения, как статический метод возвращающий экземпляр объекта уже получившего данные из сообщения, для последующей работы с данными, посредством передачи объектов сообщений в дальнейший конвейер приложения через вызов события OnMessage(object message), что позволит получить данное сообщение всем подписанным на данное событие частям программы.

По своей структуре главное меню приложения представляет собой страницу типа Master page — объект Page, который управляет двумя областями сведений: главной страницей, на которой приводятся обобщенные данные, и страницей подробностей, на которой приводятся более подробные сведения об элементах на главной странице.

### Настройки приложения

Для работы с настройками приложения была создана модель данных, хранящая настройки. Сама модель является синглтоном, что позволяет легко работать с ней из любой части приложения.

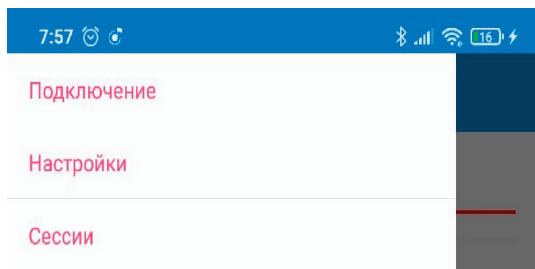


Рис. 1. Главное меню приложения

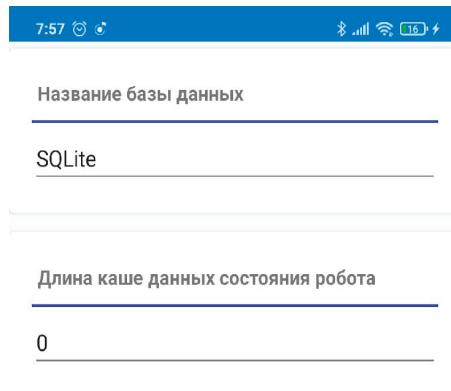


Рис. 2. Страница настроек приложения

Как видно из рисунка 2 страница настроек изображения представляет из себя обычный набор компонентов ввода данных для редактирования тем самым самих настроек.

Сохранение настроек происходит в момент, когда страница с вводом настроек удаляется, что позволяет не сохранять настройки каждый раз при изменении какого-либо поля в настройках, а перезаписывать только один раз при завершении процедуры настройки, также мы будем уверены, что настройки сохранены и обновления при переходе на страницы с остальным функционалом приложения.

### Выбор интерфейса соединения

При старте приложения пользователь должен выбрать интерфейс соединения с роботом.

Как видно на рис. 3, данная страница представляет из себя тип Tab, что позволяет обычным свайпом сменить окно, адаптированное под определенный тип сопряжения с роботом. Еще данный контейнер удобен тем, что внутренние окна можно писать отдельно, поэтому с точки зрения представления кода, мы пишем отдельные страницы.

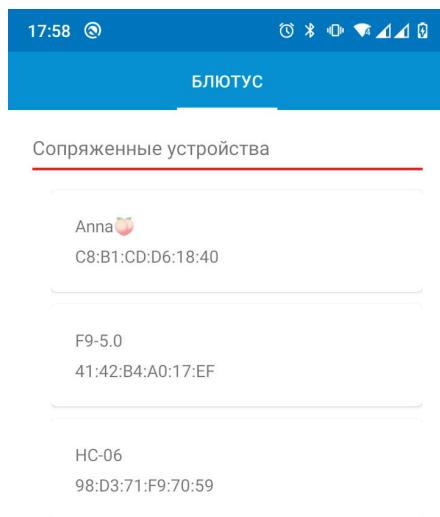


Рис. 3. Выбор устройства для соединения

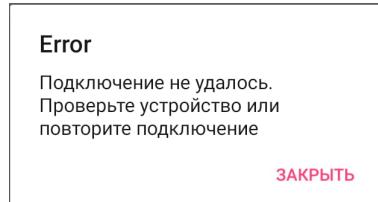


Рис. 4. Модальное окно с сообщением об ошибке подключения к удаленному устройству

Само же окно представляет из себя список сопряженных с Android Bluetooth адаптеров, это значит, что в список выводятся все удаленные устройства, которые мы до этого добавили в наше устройство.

Если подключение проходит успешно загружается часть приложения, отвечающая за взаимодействия с роботом, в противном случае выводится модальное окно об ошибке, приведенное на рисунке 4, после чего мы возвращаемся к списку устройств.

Сообщением считается набор байт заканчивающихся переводом каретки (байт — 10).

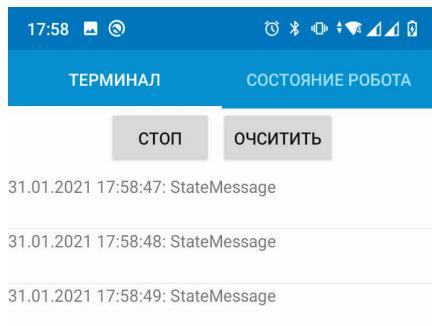


Рис. 5. Страница «Монитор сообщений»

Структурой этой страницы является список элементов, по умолчанию показывающих тип сообщения и дату его получения. На странице есть две кнопки:

- **Стоп** — отвечает за паузу считывания сообщений.
- **Очистить** — отвечает за очистку списка сообщений.

Для отображения состояния робота была создана страница, визуализирующая данные из модуля приложения — данные о состоянии робота. Так как они туда приходят после разбора сообщений парсером, то фактически на данной странице отображается информация, которую робот нам шлет в сообщениях о своем состоянии.

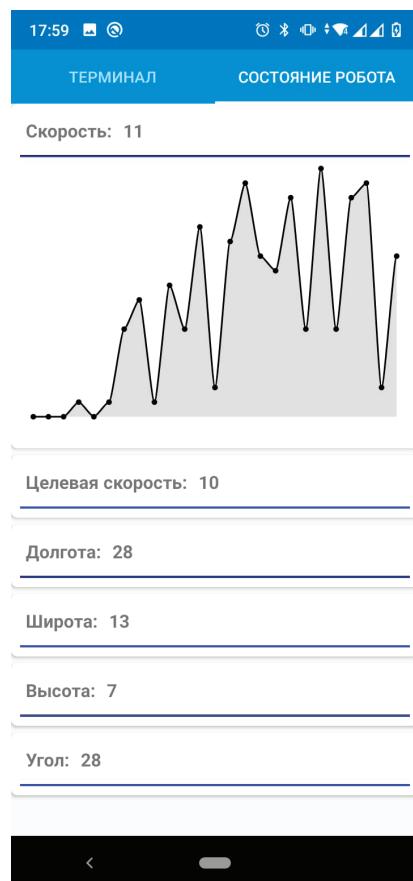


Рис. 6. Страница «Состояние робота»

В настройках приложения также есть возможность задания количества хранимых данных в графике, что позволит дать пользователю возможность самому управлять отображением данных.

Для отображения графиков будет использована библиотека визуальных компонентов с открытым кодом Microcharts. Ее преимущества:

- Бесплатная
- Легко интегрируется в платформу
- Хорошая документация
- Открытый исходный код

Чтобы не писать на странице много кода на каждый график, было решено создать ContentView, отвечающий за отображение визуального компонента каждой характеристики.

## Сессия

Для записи, хранения и последующей обработки данных с робота будут созданы сессии внутри приложения, то есть при работе в приложении будет задаваться имя сессии, с которым данные о работе будут сохраняться в базе данных, это позволит структурировать и разделить данные по забегам.

Данные о сессии будут храниться в базе данных SQLite, потому что:

- Быстрое добавление и чтение.
- Хранение в памяти устройства что позволит не засорять оперативную память устройства.
- Проверено решение в плане отказоустойчивости.
- Простое в обращении.
- Явное преимущество по скорости добавления данных в отличии от обычного файла.

В дальнейшем это позволит отправлять данные на сервер в виде законченного набора данных по одной сессии, и оценивать данные на стороне сервера разделенные по забегам.

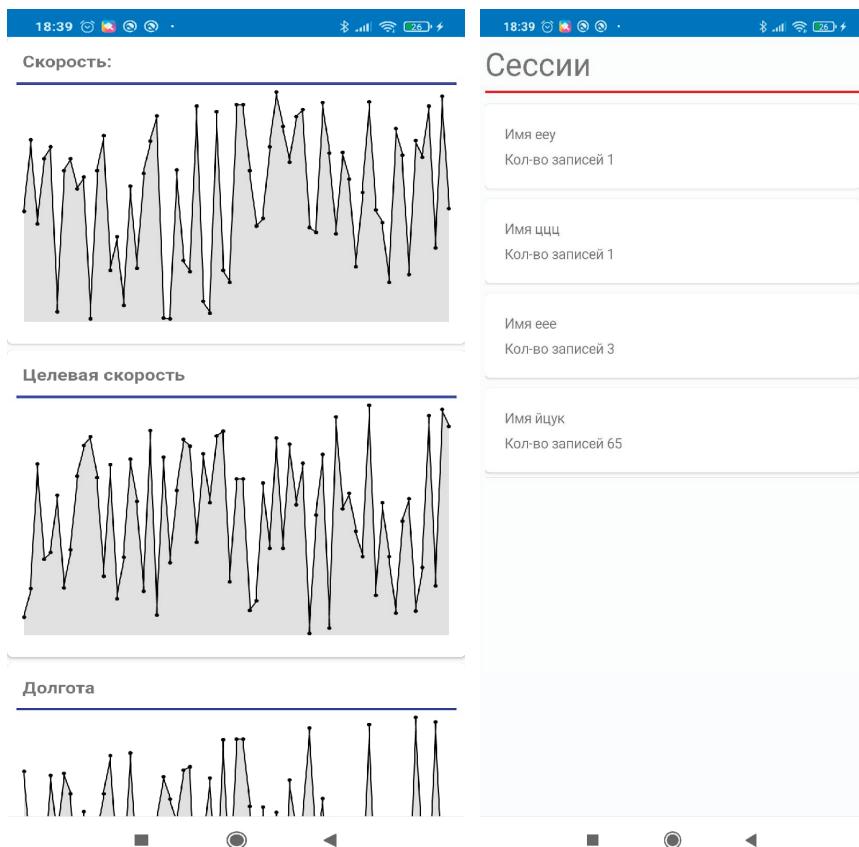


Рис. 7. Панели информации о записанных сессиях

Как видно на рисунке 7, страница с отображением имеющихся сессий представляет из себя список элементов, несущих в себе информацию о названии сессии и о количестве записей в ней.

Также после создания сервера на странице со списком сессий появится кнопка для сохранения сессии в аккаунте пользователя внутри сайта, что в дальнейшем даст возможность лучше оценить данные сессии.

### Реализация web API. База данных

Для хранения данных будет использоваться база данных MSSql

- Отлично работает в связке с Asp net
- Проверенная и надежная
- Обладает отличной документацией
- Легко интегрируется на локальный компьютер

Для встраивания данной базы данных в проект будет использована библиотека Entity Framework, так как она реализует описанный выше ROM что позволит значительно облегчить взаимодействие с базой данных. Для создания экземпляра базы данных в программе необходимо создать класс, который будет являться наследником DbContext, данный класс позволяет взаимодействовать с базой данных.

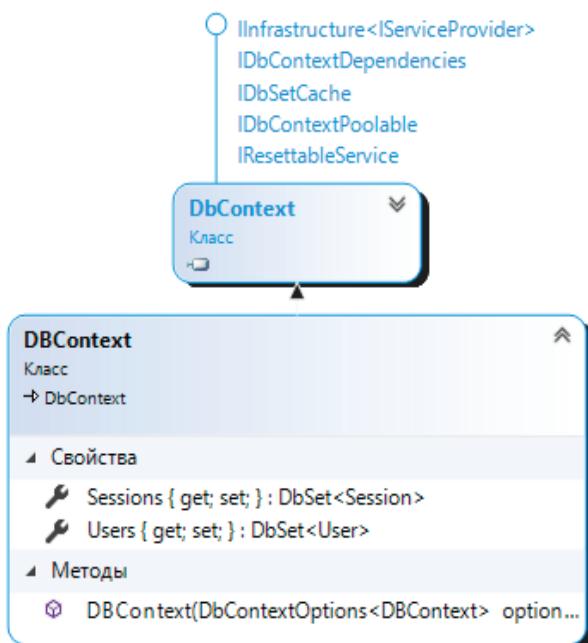


Рис. 8. Класс для взаимодействия с базой данных

- Sessions — коллекция, описывающая таблицу сессий
- Users — коллекция, описывающая таблицу пользователей
- DbContext (метод) — метод, инициализирующий базу данных

Для реализации модели данных для пользователей был написан класс следующего вида:

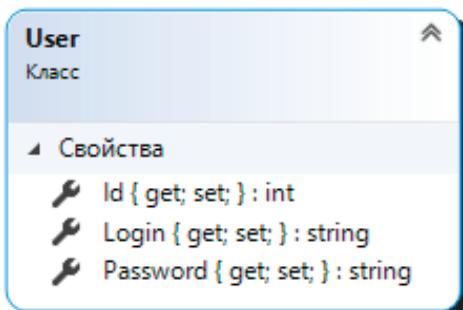


Рис. 9. Класс, описывающий модель пользователя в базе данных

- Id — ключ, индекс пользователя в базе данных
- Login — логин пользователя
- Password — пароль пользователя

Для загрузки информации о сессиях пользователей в базу данных написан следующий класс:

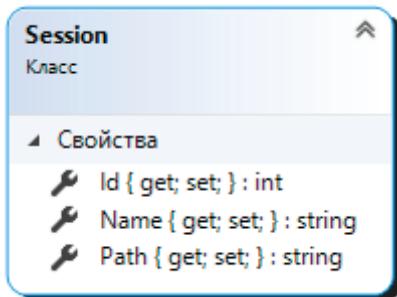


Рис. 10. Класс, описывающий модель сессии в базе данных

- Id — ключ, индекс пользователя в базе данных
- Name — имя сессии
- Path — путь к файлу с сессией

## Система поддержки принятия решений в процессе поиска неисправности автомобиля без электронного блока управления

Загулин Вадим Павлович, студент магистратуры  
Ярославский государственный технический университет

*В статье автор пытается найти приложение, которое содержит в себе основы систем поддержки принятия решений по поиску причины неисправностей автомобилей, необорудованных электронным блоком управления двигателем.*

**Ключевые слова:** приложение, система поддержки принятия решений, автомобиль, ремонт, неисправность.

В приложении-каталоге Google-Play выявлена проблема отсутствия приложений, которые используют систему поддержки принятия решений поиска причины неисправности для автомобилей без электронного блока управления двигателем.

При поиске по разным ключевым словам в «Google Play» найдено несколько приложений. Найденные приложения были разделены на 3 группы.

Первая группа включает в себя приложения, которые работают с электронным блоком управления автомобилем через сканер, который считывает текущие показания и выдаёт их пользователю. Показания являются техническими, для правильной работы с ними необходима помощь специалиста. Самым популярным приложением из этой категории является InCarDoc.

InCarDoc — мобильное приложение для Android и iOS, которое подключается к бортовому компьютеру автомобиля с использованием OBD-II через Bluetooth или WiFi, независимо от протокола и марки автомобиля.

Проиллюстрируем это на рис. 1.

Приложение предоставляет широкие возможности для бортовой диагностики автомобиля [1].

Существенным отличием от разрабатываемой программы является наличие обязательных вспомогательных устройств в виде сканеров, а также самого электронного блока управления. Данное приложение основывается на электронных сигналах и лог-записях в самом блоке, таким образом, оно подходит для современных автомобилей.

К второй группе относятся приложения, которые несут в себе логику системы поддержки принятия решений в медицине. К примеру, таким приложением является DocMate.

DocMate — первое приложение с функцией симптом-чекера, разработанное полностью на русском языке [2].

Симптом-чекер повторяет работу терапевта. Нужно указать свои симптомы, а приложение выдаёт вопросы, чтобы составить полную картину и в результате сказать, каким заболеваниям она может соответствовать, к какому специалисту надо обратиться, какие анализы и исследования потребуются для точного диагноза.

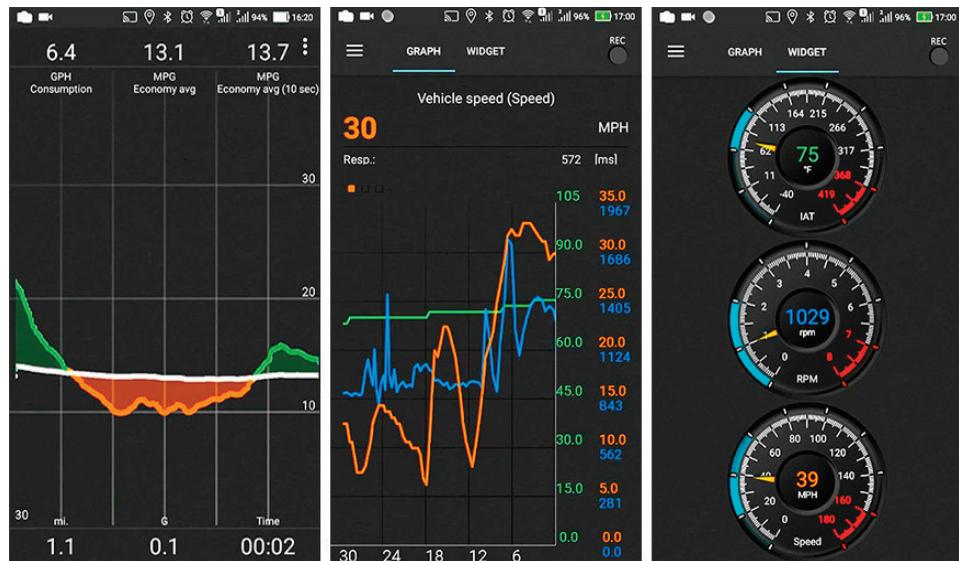


Рис. 1. Интерфейс InCarDoc

Проиллюстрируем это на рис. 2.

**Ответы**

**Вопрос:** У вас есть одышка или затруднение дыхания?  
Ответ: Нет

**Вопрос:** У вас есть кашель?  
Ответ: Нет

**Вопрос:** До какого уровня повышается ваша температура тела?  
Ответ: 39,5 и выше

**Вопрос:** Как давно вы отмечаете у себя повышение температуры?  
Ответ: Больше 3 дней

**Вопрос:** Как быстро у вас впервые поднялась температура?  
Ответ: Возникла остро

**Вопрос:** Ваша лихорадка сопровождается какими-либо дополнительными симптомами?  
Ответ: Озноб Выраженная слабость Боли в мышцах Выраженная потливость ночью

**Вопрос:** Опишите течение вашей лихорадки  
Ответ: Постоянная лихорадка

**Вопрос:** Опишите характер вашей лихорадки  
Ответ: Суточные колебания температуры более 1 градуса

**Вопрос:** Есть ли у вас боль в животе?  
Ответ: Нет

**Вопрос:** Наблюдаете ли вы диарею (жидкий стул)?  
Ответ: Нет

**Вопрос:** Наблюдаете ли вы сыпь на кожных покровах?  
Ответ: Нет

**Вопрос:** У вас есть боль в пояснице?  
Ответ: Нет

**Вопрос:** Ваша боль выражена с одной стороны или носит

Рис. 2. Форма опроса СПР приложения DocMate.

К третьей группе относятся приложения, которые являются справочниками, где описано решение проблем с автомобилем для определённой модели. Для этого в поиске достаточно набрать словосочетание «книга по ремонту», и в предложенных вариантах будут показаны приложения, преимущественно подходящие под автомобили отечественного производства, начиная от модели «ВАЗ-2101», который начал выпускаться с 1970-х годов, и заканчивая современными автомобилями, к примеру, LADA GRANTA, выпускаемый с 2011 года.

В связи с этим, планируется приложение в публикацию, которое будет использовать систему поддержки принятия решений с уточняющим списком вопросов. При выборе пользователя того или иного ответа, приложение будет выдавать уточняющие вопросы и саму причину неисправности. Таким образом, пользователь сможет определить локацию проблемы и решить, сможет ли он справиться самостоятельно или потребуются услуги специалистов станций технического обслуживания.

Пример одной из локаций проиллюстрирован на рисунке 3.

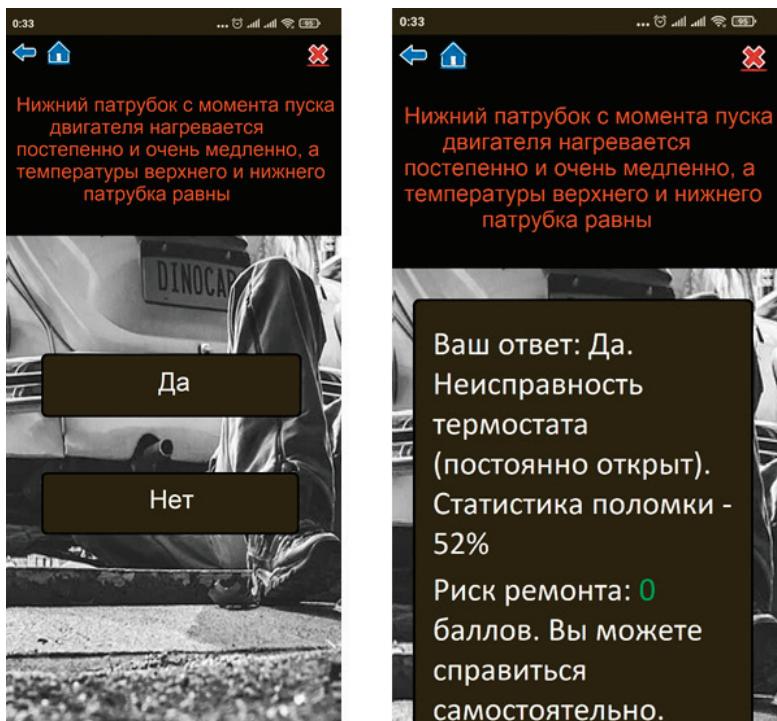


Рис. 3. СППР в приложении.

Литература:

1. Приложение «InCarDoc» [Электронный ресурс]: <https://incardoc.com/ru-ru/>
2. DocMate — симптомчекер [Электронный ресурс]: <https://docmate.site>

## Выявление рисков по ремонту методом парных сравнений — методом Саати

Загулин Вадим Павлович, студент магистратуры  
Ярославский государственный технический университет

*В статье автор пытается описать систему возможных рисков в 4-х балльной системе, рассчитанных через экспертную систему методом Саати.*

**Ключевые слова:** ремонт, риски, экспертная система, метод парных сравнений, баллы.

В настоящее время существует множество советов по ремонту автомобилей, электрики, сантехники и др. Для того, чтобы обезопасить и оповестить читающего тогда, когда тот решает самостоятельно выполнить работу, не являясь профессио-

налом в этом деле, был проработан процесс принятия решений, направленный на снижение вероятности неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, именуемый риск-менеджментом.

Современная экономическая наука представляет риск как вероятное событие, в результате наступления которого могут произойти положительные, нейтральные или отрицательные последствия. Риск относится к спекулятивным рискам, если предполагает наличие как положительных, так и отрицательных результатов. Если же вследствие реализации риска могут наступить либо отрицательные результаты, либо их может не быть вовсе, такой риск именуется чистым [1].

Цель риск-менеджмента — помочь читающему в выборе решения проблем и предупредить его о возможных последствиях и рисках в результате незнания или малого опыта.

Таким образом, возникли следующие задачи:

1. Выявить риск и оценить вероятность его реализации и масштаба последствий;
2. Разработать риск — стратегию с целью снижения вероятности реализации риска и минимизации возможных негативных последствий;
3. Выбрать методы и инструменты управления выявленным риском;
4. Непосредственное управление риском;
5. Оценить достигнутые результаты и скорректировать риск-стратегию.

Для решения текущих задач пришлось прибегнуть к экспертной системе.

Экспертные системы применяют для моделирования производственных процессов и производственных систем в том случае, когда невозможно формальное описание ситуации, т.е.

нет возможности построить математическую модель. Используют неформализованные знания экспертов — специалистов, обладающих солидным опытом и знаниями аналогичных производственных систем.

Известно несколько методов построения экспертных оценок. Предлагается построить экспертную оценку на основе одного из самых распространенных и признанных методов — метода парных сравнений.

Метод парных сравнений основан на попарном сравнении альтернатив [2]. Для каждой пары альтернатив эксперт указывает, какая из альтернатив предпочтительнее (лучше, важнее и т.д.). Ниже рассматриваются алгоритм Саати, реализующий метод парных сравнений [2].

Алгоритм основан на сравнении альтернатив, выполняемом одним экспертом. В качестве эксперта может быть выбран сотрудник, который имеет опыт в сфере ремонта. Для каждой пары альтернатив эксперт указывает, в какой степени одна из них предпочтительнее другой.

Предлагаются пять возможных рисков, с которыми читающий может столкнуться: рисков нет — 0 баллов (обозначим ее как A1), очень маловероятный риск — 1 балл (A2), есть незначительный риск — 2 балла (A3), есть значительный риск — 3 балла (A4), есть точный риск — 4 балла (A5). Решение о возможных рисках, как и говорилось ранее, принимается на основе консультации с экспертом.

Экспертом заполняется матрица парных сравнений размером NxN, где N — количество альтернатив. Матрица заполняется по правилам, приведенным в таблице 1:

Таблица 1. Правила заполнения матрицы парных сравнений для метода Саати

<b>X<sub>ij</sub></b>	<b>Значение</b>
1	I-я и j-я альтернативы примерно равнозначны
3	I-я альтернатива менее вероятна j-й
5	I-я альтернатива немного предпочтительнее j-й
7	I-я альтернатива предпочтительнее j-й
9	I-я альтернатива более вероятна j-й

Если i-я альтернатива менее предпочтительна, чем j-я, то указываются обратные оценки (1/3, 1/5, 1/7, 1/9, 1/11). На главной диагонали ставятся единицы.

Пусть эксперт заполнил матрицу парных сравнений следующим образом (таблица 2):

Таблица 2. Парные сравнения

	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>
<b>A1</b>	1	3	5	7	9
<b>A2</b>	1/3	1	3	5	7
<b>A3</b>	1/5	1/3	1	3	5
<b>A4</b>	1/7	1/5	1/3	1	3
<b>A5</b>	1/9	1/7	1/5	1/3	1

Здесь, например, X (1,2) = 3 означает, что риск 0 баллов более вероятен, по мнению эксперта, чем 1 балл, поскольку читающий справится с задачей. Элемент X(2,1) = 1/3 означает, что риск 0 баллов менее вероятен, чем 1 балл, т.к. читающий

может допустить ошибку, но при этом исправить её самостоятельно.

Затем находятся цены альтернатив (средние геометрические строк матрицы) и их сумма.

Сумма цены ( $C$ ) альтернатив равна сумме корней  $N$ -ой степени из произведения элементов строки.

Для первой строки формула будет выглядеть следующим образом:

$$C_1 = \sqrt[N]{\prod_{j=1}^N A_{1j}}$$

Аналогично и для последующих строк.

Таким образом, сумма будет выглядеть так:

$$C = 3,94 + 2,04 + 1 + 0,49 + 0,25 = 7,72$$

После чего необходимо найти веса альтернатив по следующей формуле:

$$V_i = C_i / C, \text{ где } i = 1, \dots, N.$$

Таким образом, веса альтернатив следующие:

1.  $V_1 = 3,94/7,72 = 0,51;$
2.  $V_2 = 2,04/7,72 = 0,26;$
3.  $V_3 = 1/7,72 = 0,13;$
4.  $V_4 = 0,49/7,72 = 0,06;$
5.  $V_5 = 0,25/7,72 = 0,03.$

Наиболее предпочтительной, по мнению эксперта, является альтернатива, имеющая максимальный вес.

Таким образом, по мнению эксперта, наиболее вероятным является риск:

0 баллов — читающий сможет успешно произвести ремонт самостоятельно;

1 балл — может завершить начатый ремонт, и при этом не повредив ничего, и передать то, что он ремонтировал, специалистам самостоятельно.

2 балла — может завершить начатый ремонт, и при этом не повредив ничего, но передать ремонтированную деталь только вызвав специалиста на дом.

3 балла — самостоятельный ремонт невозможен, при этом ремонтированную деталь можно самостоятельно отвезти специалистам

4 балла — самостоятельный ремонт невозможен, ремонтированную деталь отвезти специалистам нельзя.

Благодаря полученной информации была составлена шкала экспертных оценок, где сотрудник может озвучить своё мнение насчёт устранения той или иной причины неисправности читателем самостоятельно.

Это проиллюстрировано на рис. 1.

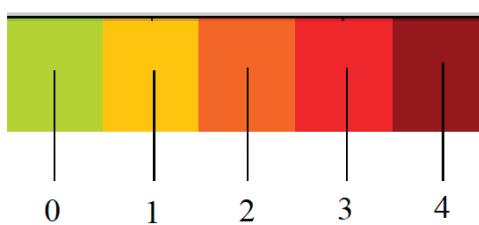


Рис. 1. Тональная шкала рисков.

## Литература

1. Лельчук А. Л. Актуарный риск-менеджмент.— Москва: Анкил, 2014.— 424 с
2. Учебное пособие «Риск-менеджмент. Методы оценки риска». Картвелишвили В. М., Свиридова О. А., ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 121 с.

## Обеспечение защиты информации в виртуализированной инфраструктуре

Игнатов Сергей Дмитриевич, студент магистратуры;

Быстров Артём Андреевич, студент

Национальный исследовательский университет «МИЭТ» (г. Зеленоград)

**Ключевые слова:** виртуализированная инфраструктура, защита информации, виртуализация, информационные технологии, меры защиты среды виртуализации.

Информационные технологии являются неотъемлемой частью не только нашей жизни, но и ведения бизнеса. Большинство компаний используют облачные сервисы, аренд-

уют ресурсы центров обработки данных. Более крупные организации виртуализируют свои серверы и создают свои собственные облака.

Однако с развитием цифровизации процессов возникают и новые угрозы безопасности информации из-за новых каналов утечки, которые могут привести к ущербу финансовому, репутационному, а также к нарушению соответствующих законодательств.

В данной статье речь пойдёт об определении требований к защите виртуализированной инфраструктуры (ВИ) и выборе решений защиты информации для виртуализированной инфраструктуры, на основе требований регуляторов, определенных в отношении виртуализированной среды организации.

Виртуализация представляет собой имитацию программного и/или аппаратного обеспечения, в среде (на базе) которого функционируют различные программы [1].

Виртуализацию проводят в отношении:

- программ;
- вычислительных систем;
- систем хранения данных;
- вычислительных сетей;
- памяти;
- данных.

Виртуализируя всю информационную систему или её часть, применимо определение виртуальной инфраструктуры, которая представляет собой композицию иерархически взаимосвязанных групп виртуальных устройств обработки, хранения и/или передачи данных, а также группы необходимых для их работы аппаратных и/или программных средств.

Средствами создания и управления виртуальной инфраструктурой являются гипервизоры. Гипервизор (монитор виртуальных машин) — это программа, создающая среду функционирования других программ (в том числе других гипервизоров) за счет имитации аппаратных средств вычислительной техники, управления данными средствами и гостевыми операционными системами, функционирующими в данной среде [1].

Различают гипервизоры I и II типа:

- гипервизор I типа: Гипервизор, устанавливаемый непосредственно на аппаратное обеспечение в качестве системного программного обеспечения [1].
- гипервизор II типа: Гипервизор, устанавливаемый в среде хостовой операционной системы в качестве прикладного программного обеспечения [1].

Для защиты перечисленных объектов используют как виртуальные средства ЗИ, так и средства ЗИ, предназначенные для использования в среде виртуализации, являющиеся разновидностями средств ЗИ и другие виды средств ЗИ.

В Российской Федерации главным регулятором по контролю безопасности виртуализации является ФСТЭК России, в 2013 году издавший приказы № 17 «Об утверждении требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах» и № 21 «Об утверждении состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных». В этих документах, в частности, дан перечень мер защиты, обязательных при использовании виртуальных сред в государственных информационных системах и информационных системах персональных

данных. При этом особое внимание уделяется необходимости применения сертифицированных средств защиты виртуальной среды. Если же система не является государственной, использование приказа ФСТЭК № 17 не обязательно.

Приказ № 21 говорит о необходимости защиты ключевого элемента облачных вычислений — «среды виртуализации» (ч. 2, п. 8), не запрещая напрямую или косвенно использовать внешние сервисы. Также данный приказ содержит конкретные меры по защите среды виртуализации, которые должны быть реализованы в зависимости от уровня защищенности персональных данных и наличия актуальных угроз (ЗСВ.1 — ЗСВ.10).

Помимо этого, в 2016 году вступил в силу государственный стандарт ГОСТ Р 56938-2016 «Защита информации. Защита информации при использовании технологий виртуализации. Общие положения», устанавливающий требования по защите информации, обрабатываемой с использованием технологий виртуализации.

### Угрозы безопасности виртуальной среды

Специфика виртуальной инфраструктуры предполагает большее, по сравнению с физической средой, количество привилегированных пользователей, что автоматически создает для виртуализированной инфраструктуры отдельную группу инцидентов, связанных с умышленными (например, копирование защищаемой информации) или неумышленными действиями.

При обработке конфиденциальной информации и персональных данных в виртуальной инфраструктуре возможна реализация следующих угроз:

- угроза НСД к виртуальным каналам передачи данных;
- угроза НСД к консоли управления ВИ;
- угроза несанкционированного внесения изменений в образы ВМ и НСД к настройкам ВМ;
- угроза НСД к гипервизору;
- угроза НСД к защищаемым ВМ со стороны других ВМ;
- угроза НСД к системе хранения данных;
- угроза НСД к виртуальному сетевому оборудованию;
- угроза неконтролируемого роста числа ВМ;
- угроза неконтролируемого роста числа зарезервированных вычислительных ресурсов;
- угроза использования новых плохо защищенных ВМ;
- угроза нарушения сегментации ВИ;
- угроза нарушения процедуры аутентификации субъектов ВИ;
- угроза выхода процесса за пределы ВМ;
- угрозы НСД к защищаемой информации, обрабатываемым на ВМ;
- угрозы утечки акустической (речевой) информации;
- угрозы утечки видовой информации;
- угрозы утечки информации по каналу ПЭМИН;
- угрозы «Анализа сетевого трафика» с перехватом, передаваемой во внешние сети и принимаемой из внешних сетей информации;
- угрозы сканирования, направленные на выявление типа операционной системы ВМ, открытых портов и служб, открытых соединений;

- угрозы выявления паролей;
- угрозы получения НСД путем подмены доверенного объекта;
- угрозы типа «Отказ в обслуживании»;
- угрозы удаленного запуска приложений;
- угрозы внедрения вредоносных программ.

### **Меры защиты среды виртуализации**

Основными направлениями обеспечения безопасности виртуальной инфраструктуры является:

- Резервное копирование виртуальных машин;
- Антивирусная защита;
- Мониторинг событий безопасности виртуальной инфраструктуры;
- Разграничение доступа внутри виртуальной инфраструктуры;
- Защита данных внутри виртуальных машин;
- Сетевая защита внутри виртуальной машины;
- Обнаружение вторжений внутри виртуальной инфраструктуры;
- Контроль уязвимости внутри виртуальной инфраструктуры;
- Аудит действий привилегированных пользователей.

Перечисленные меры защиты информации в ВИ приведены в соответствии со стандартом [1]. Перечисленные меры по защите информации не являются обязательным, но могут быть необходимы для нейтрализации актуальных угроз ИБ в виртуализированной инфраструктуре.

Согласно федеральному закону от 29.07.2004 N98-ФЗ «О коммерческой тайне», в отношении сведений, составляющих коммерческую тайну, не установлено обязательных требований в отношении защиты среды виртуализации. Документ устанавливает только то, что обладатель информации вправе применять не противоречащие законодательству Российской Федерации меры защиты информации. Значит можно применять рекомендательные меры по ЗИ, установленные в стандарте [1].

Для персональных данных, обрабатывающихся в виртуализированной ИСПДн, обязательно соблюдение требований приказа ФСТЭК № 21. Меры по обеспечению безопасности персональных данных реализуются в рамках системы защиты персональных данных, создаваемой в соответствии с постановлением Правительства № 1119 и должны быть направлены на нейтрализацию выявленных актуальных угроз безопасности персональных данных.

Согласно приказу ФСТЭК № 21, для защиты ПДн в ВИ необходимо выполнение следующих мер:

- идентификация и аутентификация субъектов доступа и объектов доступа в виртуальной инфраструктуре, в том числе администраторов управления средствами виртуализации (ЗСВ.1);
- управление доступом субъектов доступа к объектам доступа в виртуальной инфраструктуре, в том числе внутри виртуальных машин (ЗСВ.2);
- регистрация событий безопасности в виртуальной инфраструктуре (ЗСВ.3);

- управление (фильтрация, маршрутизация, контроль соединения, односторонняя передача) потоками информации между компонентами виртуальной инфраструктуры, а также по периметру виртуальной инфраструктуры (ЗСВ.4);

- доверенная загрузка серверов виртуализации, виртуальной машины (контейнера), серверов управления виртуализацией (ЗСВ.5);

- управление перемещением виртуальных машин (контейнеров) и обрабатываемых на них данных (ЗСВ.6);

- контроль целостности виртуальной инфраструктуры и ее конфигураций (ЗСВ.7);

- резервное копирование данных, резервирование технических средств, программного обеспечения виртуальной инфраструктуры, а также каналов связи внутри виртуальной инфраструктуры (ЗСВ.8);

- реализация и управление антивирусной защитой в виртуальной инфраструктуре (ЗСВ.9);

- разбиение виртуальной инфраструктуры на сегменты (сегментирование виртуальной инфраструктуры) для обработки персональных данных отдельным пользователем и (или) группой пользователей (ЗСВ.10).

Кроме того, в информационных системах 3 уровня защищенности персональных данных должны применяться средства защиты информации не ниже 6 класса, а также средства вычислительной техники не ниже 5 класса.

### **Выбор решений защиты**

Подбор решений производится на основе наличия действующего сертификата ФСТЭК России в государственном реестре сертифицированных средств защиты информации [12].

В рыночном сегменте представлено 4 сертифицированных средства защиты виртуальной среды:

- vGate R2 4.2 компании «Код Безопасности»;
- СЗИ ВИ Dallas Lock группы компаний «Конфидент»;
- Акорд-В 1.3 компании ОКБ САПР;
- С-Терра Виртуальный Шлюз Версия 4.2 компании «С-Терра».

Поскольку одной из мер защиты по приказу ФСТЭК № 21 является реализация и управление антивирусной защитой в виртуальной инфраструктуре, то необходимо также рассмотреть решения данного класса. Единственное сертифицированное антивирусное программное обеспечение на рынке представлено «Лабораторией Касперского»:

- программное изделие «Kaspersky Security для виртуальных сред» [20].

Согласно представленным мерам для виртуализированной инфраструктуры организации необходимо совместное применение:

- средства защиты информации виртуальной среды, реализующее меры ЗСВ.1–10;

- антивируса, реализующего меру ЗСВ.9.

Поскольку средств защиты на рынке существует несколько, то выбор наиболее подходящего решения целесообразно производить на основе сравнения функциональных возможностей и применимости.

Далее был проведён сравнительный анализ функциональных возможностей средств защиты информации: vGate R2 4.2 Enterprise Plus, СЗИ ВИ Dallas Lock, Аккорд-В 1.3 и С-Терра Виртуальный Шлюз Версия 4.2. Сравнение функционала продуктов производилось с помощью документированной информации о продуктах по категориям:

- сертификация и адаптация для российского рынка;
- поддерживаемый компонент ВИ;
- объекты доступа в ВИ;
- способы идентификации и аутентификации;
- методы разграничения доступа;
- реализация контроля целостности;
- осуществление доверенной загрузки;
- возможность регистрации событий;
- защита ESX(i)-хостов;
- наличие централизованного управления;
- применение политик безопасности;
- обеспечение отказоустойчивости;
- интеграция с имеющейся инфраструктурой;
- фильтрация трафика на ВМ;
- поддержка операционных систем для установки клиента.

Всего, в ходе анализа, было проанализировано 102 возможности, так или иначе реализованных в средствах защиты ин-

формации. Общее количество встроенных функций безопасности в каждом продукте:

- vGate R2 4.2 Enterprise Plus — 101;
- СЗИ ВИ Dallas Lock — 59;
- Аккорд-В 1.3-38;
- С-Терра Виртуальный Шлюз Версия 4.2-36.

Отталкиваясь от условной необходимости обеспечения третьего уровня защищённости персональных данных и при условии использования «Kaspersky Security для виртуальных сред» можно сделать вывод, что в vGate R2 4.2 Enterprise Plus реализовано гораздо больше функций безопасности, которые в совокупности с САВЗ могут «закрыть» угрозы безопасности информации.

На основе анализа актуальных и обязательных (установленных регуляторами) аспектов обеспечения безопасности выявлены основные направления построения системы защиты информации в виртуализированной среде.

Сравнительный анализ решений, представленных на рынке, показал, что предотвратить риски утечки информации и снизить возможность реализации угроз в виртуализированной инфраструктуре поможет комплексный и системный подход к защите и принятие решения об использовании vGate R2 4.2 редакции Enterprise Plus и антивируса Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред.

#### Литература:

1. ГОСТ Р 56938–2016 «Защита информации. Защита информации при использовании технологий виртуализации. Общие положения».
2. Руководящий документ. Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации. (утв. решением председателя Государственной технической комиссии при Президенте Российской Федерации от 30 марта 1992 г.).
3. Федеральный закон от 27.07.2006 N152-ФЗ «О персональных данных» (ред. от 31.12.2017).
4. Федеральный закон от 29.07.2004 N98-ФЗ «О коммерческой тайне» (ред. от 18.04.2018).
5. Указ Президента РФ от 06.03.1997 N188 «Об утверждении Перечня сведений конфиденциального характера» (ред. от 13.07.2015).
6. Приказ ФСТЭК России от 11.02.2013 N17 «Об утверждении Требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах» (ред. от 28.05.2019).
7. Приказ ФСТЭК России от 18.02.2013 N21 «Об утверждении Состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» (ред. от 23.03.2017).
8. Compare VMware vSphere Editions [Электронный документ], (<https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/ru/pdf/vsphere/vmw-flyr-comparevSphereeditions-uslet.pdf>, дата обращения: 09.03.2020).
9. «Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» (утв. ФСТЭК РФ 15.02.2008).
10. Федеральный закон от 27.12.2002 N184-ФЗ «О техническом регулировании» (ред. от 28.11.2018).
11. Постановление Правительства РФ от 01.11.2012 N1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2012, N45, ст. 6257).
12. Государственный реестр сертифицированных средств защиты информации [Электронный документ], (<https://fseec.ru/tehnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-po-sertifikatsii/153-sistema-sertifikatsii/591-gosudarstvennyj-reestr-sertifitsirovannykh-sredstv-zashchity-informatsii-n-ross-ru-0001-01bi00>, дата обращения: 04.04.2020).

## Автоматизация кросбраузерного тестирования

Мешканова Марина Александровна, студент магистратуры  
Поволжский государственный университет сервиса (г. Тольятти)

*В статье рассматриваются особенности предлагаемого подхода в процессе автоматизированного кросбраузерного тестирования web-приложений.*

**Ключевые слова:** кросбраузерное тестирование, веб-приложение, cross-browser compatibility testing, image processing

**Н**айболее популярные подходы автоматизации кросбраузерного тестирования интерфейса web-приложений используют идеи и инструментарий модульного тестирования. Рассматриваемый в статье подход к автоматизации кросбраузерного тестирования, основанный на сегментации и сравнении изображения, отражает также и особенности ручного кросбраузерного тестирования.

Предлагаемый метод автоматизации кросбраузерного тестирования состоит из четырех этапов.

Сначала делаются скриншоты веб-страницы в тестируемом браузере и в базовом браузере, где корректность рендеринга веб-страницы утверждается заранее.

Далее к полученным снимкам экрана применяется сегментация изображений, чтобы равномерно разделить их на области.

После этого применяется автоматического сопоставления и сравнения этих областей, извлеченных из тестируемого браузера и базового браузера.

И в конце применяются методы машинного обучения для классификации выявленных различий в приемлемые различия, основанные на попарных сравнениях выборок, проведенных реальными тестировщиками [4].

Вводная часть для этой фазы — это url-адрес тестируемой веб-страницы и конфигурации браузера, в которых предстоит провести тестирование. На выходе получается одно изображение всей отрисовки веб-страницы для каждой конфигурации браузера. Эти изображения используются для обнаружения несоответствий на более поздних этапах [1].

Рендеринг веб-страниц в различных конфигурациях требует больших вычислительных ресурсов. Поэтому предполагается запуск ряда виртуальных машин, которые воспроизведут каждую конфигурацию (эмулятор устройства, операционная система, настройки браузера). Для поддержки большого количества итерационных тестов, инструмент должен выдать результаты от нескольких секунд до нескольких минут. Для достижения этой цели применяется несколько оптимизаций. При этом загрузка и захват снимков экрана веб-страницы может занять до десятков секунд.

Чтобы получить результаты тестирования за секунды, необходимо распараллелить захват экрана. Это означает, что виртуальные машины, производящие скриншоты запускаются параллельно. Кроме того, для выполнения множества тестовых запросов от потенциально большого пула одновременно работающих пользователей, нужно добавить систему очередей. Например, использовать Resque — основанного на Redis, библиотеку Ruby для организации очередей и бэкэнд-обработки

различных задач [3]. Разные рабочие (Ruby) процессы используются для различных задач: снимок экрана, изменение размера и сегментация изображения и сравнение регионов.

Такая архитектура делает систему асинхронный, что позволяет масштабировать систему по горизонтали.

Блок «Capture Worker» отвечает за создание снимков экрана (за открытие браузера, загрузку веб-страницы, настройку области просмотра браузера и снимаем скриншот). Worker захвата резервирует задание, опрашивая одну или несколько очередей, которые соответствуют установленным браузерам базовой операционной системы. Для каждой конфигурации есть специальный файл настроек, который включает точные координаты, область просмотра браузера. Когда Worker запускается впервые и когда настройки конфига для определенного конфигурации не найдены, размеры обрезки калибруются с помощью тестовой веб-страницы.

В течение этой процедуры определяется размер и положение области просмотра и его полос прокрутки, а также некоторые специфичные для браузера атрибуты измеряются и сохраняются в файле конфигурации. Затем эти параметры используются для захвата экрана.

Автоматизация процессора захвата браузера выполняется основе Selenium WebDriver, основанный на связи JSON между сервером WebDriver и клиентом. Это решение позволяет автоматизировать большинство манипуляций с браузером, за исключением того факта, что библиотека WebDriver не имеет полной поддержки конфигурации OSX Safari, поэтому для этой цели вместо Selenium WebDriver используется библиотека WatiR Ruby для автоматизации OSX Safari.

В процессе захвата используются два альтернативных метода для получения изображения на всю страницу.

Первый метод прокручивает веб-страницу и сшивает части изображения в полноразмерное изображение. Второй метод изменяет размер окна браузера, чтобы он соответствовалному размеру веб-страницы, после которого изображение может быть сразу захвачено [2].

Второй способ намного быстрее и надежнее по сравнению с первым. Дополнительно, используя первый способ, элементы веб-страницы с фиксированным положением на экране могут появляться несколько раз на разных сегментах изображения при прокрутке страницы — и, следовательно, это дублирование необходимо обнаруживать и устранять при сшивании нескольких изображений вместе, что иногда может приводить к неточности в полученном скриншоте. Следовательно, второй метод используется только тогда, когда первый не поддерживается данной платформой (например, OS X вместе с WatiR не

поддерживает изменение размера окна, а Windows API умеет это делать).

Чтобы уменьшить время загрузки веб-страницы, все виртуальные машины маршрутизируются через прокси-сервер. Для этого планируется использовать вэб-кеш и прокси-сервер Squid с открытым исходным кодом. Это позволит снизить нагрузку на удаленный веб-сервер и увеличить скорость загрузки. Данные веб-страницы кэшируются в течение достаточного количества времени, чтобы все рабочие могли загружать веб-страницу напрямую из кеша.

Таким образом, суть предлагаемого метода заключается в сегментации и сравнении изображений. Цель сегмен-

тации — разделить изображение (будь то базовое изображение или тестируемое изображение) на более мелкие сопоставимые области интереса. Области, извлеченные из снимка экрана, сделанного в базовом браузере, сравниваются с областями, извлеченными из тестируемого браузера на основе характерных особенностей. При этом используется машинный обучающийся классификатор для определения, — должны ли быть различия между двумя совпадающими областями снимка. Полученные во время исследования оценки показывают, что предлагаемый метод тестирования превосходит современные кросс-браузерные инструменты тестирования, основанные только на основе DOM-анализа.

#### Литература:

1. S. Alcic and S. Conrad, «A clustering-based approach to web image context Extraction» in MMEDIA 2011, The Third International Conferences on Advances in Multimedia, 2011, pp. 74–79
2. C. Harris and M. Stephens, «A combined corner and edge detector,» in Alvey vision conference, 2018, vol. 15, p. 50.
3. Resque [Электронный ресурс] <https://github.com/resque/resque> [Дата обращения 01–06–2021].
4. N. Semenenko, «Accurate diagnosis of cross-browser compatibility issues via machine learning» Masters Thesis, University of Tartu, Tartu, Estonia, 2013.

## Алгоритм генерации музыкальных композиций с использованием интуитивного и эмоционального подходов

Нikitin Никита Андреевич, аспирант;  
Орлова Юлия Александровна, доктор технических наук, доцент;  
Розалиев Владимир Леонидович, кандидат технических наук, доцент  
Волгоградский государственный технический университет

*Работа посвящена исследованию и разработке методов и алгоритмов, которые автоматизируют и поддерживают процесс технического творчества, с точки зрения автоматического создания музыкальных композиций. Метод основан на совместном использовании основных музыкальных правил для создания музыкальных композиций, эмоциональных и интуитивных подходов, теории цветовой музыки, а также методов машинного обучения. В работе реализованы компоненты для извлечения характеристик из изображения (анализа изображений), сопоставления художественных характеристик с музыкальными, а также средства для «предсказания» композиции через нейронные сети.*

**Ключевые слова:** рекуррентная нейронная сеть, теория легкой музыки, автоматическое генерирование музыки, схемы соотношения цветов и нот, музыка и эмоции.

### Введение

В настоящее время публикуется все больше и больше статей, направленных на автоматизацию процесса создания музыкальных композиций, однако этот процесс является творческим, зависит от многих факторов, начиная от опыта и настроения композитора, заканчивая областью проживания и другими внешними факторами, поэтому музыку нельзя создавать автоматически. Поскольку роль пользователя-композитора очень высока, мы можем говорить только об автоматизации этого процесса. Эмоциональность, которую передают музыка и живопись, трудно распознаваема [1]. Хотя процесс создания музыки основан на четко определенных музыкальных правилах, он не может быть полностью

формализован. Чтобы уменьшить роль пользователя в процессе выбора характеристик музыкальной композиции, а также учесть эмоциональную составляющую (например, эмоциональное состояние пользователя-композитора), в данной работе она предполагается получить характеристики композиции из изображения. В рамках данной работы предполагается автоматизация процесса создания музыки с помощью автоматической генерации звуков по изображению. Другими словами, генерация звуков из изображения — это процесс преобразования изображения в одну или несколько последовательностей нот с определенным фундаментальным тоном и длительностью [2].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-37-90004.

## Анализ изображений

Алгоритм анализа изображения позволяет получить музыкальные характеристики изображения — определить характер получаемой музыкальной композиции. Для этого, во-первых, необходимо преобразовать исходное изображение в цветовое пространство HSV. Это преобразование позволяет легко получить общую характеристику каждого пикселя из изображения — оттенок, насыщенность и яркость [3]. Вторая часть анализа изображения — определение преобладающего цвета. Преобладающий цвет позволит получить тональность результирующей музыкальной композиции. Для этой задачи мы используем алгоритм кластеризации K-средних, поскольку он имеет следующие преимущества:

- относительно высокая эффективность при простоте реализации;
- высокое качество кластеризация;
- возможность распараллеливания;
- существование множества модификаций.

Кластеризации K-средних — это неконтролируемый метод обучения. Если в образцах наборов данных есть метки, мы предпочтаем использовать контролируемый метод, но в реальном мире, как правило, у нас нет меток, и поэтому мы предпочитаем методы кластеризации, которые известны как неконтролируемые методы. Цель этого алгоритма состоит в том, чтобы найти группы в данных с количеством групп, представленных переменной K [4]. Алгоритм работает итеративно, чтобы назначить каждую точку данных одной из K групп на основе предоставленных функций. Точки данных сгруппированы на основе сходства признаков. Результаты алгоритма кластеризации K-средних [5]:

- центроиды кластеров K, которые можно использовать для маркировки новых данных;
- метки для обучающих данных (каждая точка данных назначается одному кластеру).

Сначала считаем данные изображения, используя функцию cv2.imread из OpenCV. После того, как изображение прочитано с использованием cv2, наш цветной канал изображения становится нам Blue-Green-Red. Но мы хотим, чтобы в качестве цветового канала изображения использовался красный-зеленый-синий, поэтому мы преобразуем его в нужный канал с помощью функции cv2.cvtColor(). Теперь имеем трехмерные параметры в данных изображения: номер строки X, номер столбца X и номер цветового канала. Но нам не нужна отдельная информация о строках и столбцах. Кроме того, с 3D-матрицей трудно иметь дело, поэтому мы меняем изображение и делаем его данными 2D-матрицы. Так как мы будем импортировать K-Means, мы можем легко использовать его, указав только n\_clusters, который изначально представляет номер кластера. После этого будем использовать функцию fit(), чтобы применить алгоритм кластеризации K-Means к нашим предварительно обработанным данным изображения, и результат вернется к объектам clt. Используем функцию find\_histogram(), чтобы ограничить количество гистограмм желаемым количеством кластеров. Поскольку нет необходимости находить гистограмму для всех пикселей и всей цветовой палитры, нужно ограничить ее требуемым количеством кластеров.

## Соотнесение цветовых и музыкальных характеристик

Во-первых, необходимо определить соотношение цветовых и музыкальных характеристик [6]:

- оттенок (красный, синий, желтый...) соотносится с нотой (C, C#, D...);
- цветовая группа (теплая / холодная) связана с музыкальным ладом (мажор / минор);
- яркость цвета связана с октавой ноты;
- насыщенность связана с продолжительностью ноты.

По теории Афанасьева В. В. невозможно постоянно привязывать какую-либо ноту к определенному цвету из-за их различной природы; поэтому необходимо соотнести звуки и цвета в зависимости от того, в какой плоскости они представлены: мелодия, гармония или тональность [7]. Другими словами, одна и та же нота в произведении может быть окрашена в разные цвета. Первым шагом является анализ всего изображения. На этом этапе определяется преобладающий цвет и последовательность цветов с характеристиками. Затем, в соответствии с преобладающим цветом и одной из пяти схем соотнесения между цветами и нотами, определяется тональность результирующей композиции. Максимальное родство цветов определяется между двумя смежными хроматическими цветами, а степень тонального родства находится между звуками, расположенным на расстоянии семи полутонов друг от друга, и отражается в квинтовом круге тональностей. Таким образом, совмещая хроматический цветовой круг и квинтовый круг тональностей, получим необходимую последовательность для модуляций. Например, пусть красный будет выбран в качестве предпочтительного цвета. По схеме Ньютона это соответствует ноте С. Второй шаг — сравнение цветовой гаммы тоник с цветовым кругом. На этом этапе получается соответствие нот и цветов для мелодической части композиции. Третий шаг — определение соответствия цветов и нот для построения гармонии музыкальной композиции. В музыке существуют функциональные отношения (тоника — субдоминант — доминанта), а в науке о цвете это соответствует принципу взаимодополненности цветов (красный — синий — желтый). То есть основные цвета в принятом основном, например, красный, являются дополнительными — желтый и синий, основные триады в музыке — тонические, субдоминантные и доминантные. На предыдущих шагах были получены тональность будущей композиции, необходимая последовательность для модуляций, соответствие цветов и нот для мелодического части, а также последовательность гармонии. Итак, последний шаг — преобразование результирующего набора цветов в набор нот.

## Метод получения композиции по изображению

Согласно методу соотнесения между цветовыми и музыкальными характеристиками, необходимо получить тональность произведения и последовательность первых 20% нот, прочитанных с изображения. Далее, согласно полученной последовательности, необходимо спрогнозировать продолжение композиции с использованием обученной модели и нейронной сети. В соответствии с итоговой последовательностью нот и тональ-

ности, согласно методу соотнесения цветовых и музыкальных характеристик, строим гармоническую часть произведения. Последний шаг — получить гармонию. Для этого, необходимо найти гамму по тональности. После этого необходимо найти в гамме тонику, доминанту и субдоминанту, чтобы построить аккорды на этих ступенях. Затем необходимо добавить их в результатирующй массив аккордов в соответствии со следующим правилом: пока не будет превышено количество тактов, добавьте 4 тонических аккорда, 4 доминантных и 8 субдоминантных аккордов.

### **Эмоциональные аспекты композиции**

Для изучения эмоционального влияния музыки существует отдельная область, которую условно можно назвать «музыка и эмоции». Эта область направлена на изучение психологической связи между реакцией человека и музыкой. Этот раздел психологии музыки включает в себя многочисленные области изучения: в том числе природу эмоциональных реакций на музыку, то, как характеристики слушателя могут определять эмоции, и какие компоненты музыкального произведения или исполнения могут вызывать определенные реакции. Область основана и имеет большое значение для таких областей, как философия, музикование, музыкальная терапия, теория музыки и эстетика, а также сочинение и исполнение музыки. Разработкой и исследованием этого направления проводились двумя наиболее влиятельными философами в эстетике музыки — Стивеном Дэвисом и Джерролдом Левинсоном [8]. Дэвис называет свой взгляд на выразительность эмоций в музыке «эмоциональностью проявления», согласно которой музыка выражает эмоции, не ощущая их. Объекты могут передавать эмоции, потому что их структуры могут содержать определенные характеристики, которые напоминают эмоциональное выражение. «Сходство, которое наиболее важно для выразительности музыки... лежит между динамично развивающейся динамической структурой музыки и конфигурациями человеческого поведения, связанными с выражением эмоций» [9]. Наблюдатель может отметить зависимость эмоций от позы, походки, жестов, отношения и поведения слушателя [9]. Какие музыкальные особенности чаще всего связаны с конкретными эмоциями, является предметом изучения музыкальной психологии. Дэвис утверждает, что выразительность является объективным свойством музыки, а не субъективным в том смысле, что слушатель проецирует ее на музыку. Выразительность музыки, конечно же, зависит от реакции, она реализуется через суждение слушателя. Квалифицированные слушатели очень точно приписывают эмоциональную выразительность определенному музыкальному произведению, тем самым указывая, по словам Дэвиса, на то, что выразительность музыки является несколько объективной, потому что если в музыке недостаточно выразительности, то никакое выражение не может быть спроектировано, как реакция на музыку [9].

Философ Дженифер Робинсон [10] предполагает существование взаимосвязи между познанием и идентификацией в своей теории «эмоции как процесс, музыка как процесс» (или теория процесса). Робинсон утверждает, что процесс эмоционального возбуждения начинается с «автоматического немедленного ответа, который инициирует двигательную и ве-

гетативную активность и подготавливает нас к возможным действиям», запуская когнитивный процесс, который может позволить слушателям «назвать» ощущаемую эмоцию. Эта серия событий постоянно обменивается с новой, поступающей информацией. Робинсон утверждает, что эмоции могут превращаться друг в друга, вызывая замешательство, конфликт и двусмысленность, что затрудняет однозначно описать эмоциональное состояние, которое человек испытывает в определенный момент; вместо этого внутренние чувства лучше воспринимаются как продукт многих эмоциональных «потоков». Робинсон утверждает, что музыка представляет собой серию одновременных процессов, и поэтому она является идеальной средой для отражения таких «когнитивных» аспектов эмоций, как «желаемое» разрешение музыкальных тем или процессов памяти, которые отражают лейтмотив. Эти одновременные музыкальные процессы могут усиливаться или конфликтовать друг с другом и, таким образом, также выражать то, как одна эмоция «со временем превращается в другую» [10].

Известно, что способность воспринимать эмоции в музыке развивается в раннем детстве и значительно улучшается на протяжении всего развития [11]. На способность воспринимать эмоции в музыке также влияет культура, и в межкультурных исследованиях есть сходства и различия в восприятии эмоций [12]. Эмпирические исследования показали, какие эмоции можно передать, а также какие структурные факторы в музыке помогают воспринимать эмоциональное выражение. Есть две мысли о том, как мы интерпретируем эмоции в музыке. Когнитивный подход утверждает, что музыка просто отражает эмоции, но не учитывает личный опыт эмоций слушателя. Эмотивисты утверждают, что музыка вызывает у слушателя реальные эмоциональные реакции [13].

Структурные особенности делятся на две части: сегментарные и супрасегментальные. Сегментальные особенности — это отдельные звуки или тоны, из которых состоит музыка; сюда входят акустические структуры, такие как длительность, амплитуда и высота звука [11]. Супрасегментальные особенности являются основными структурами композиции, такими как мелодия, темп и ритм.

В итоге, было предложено следующее соотношение структурных особенностей музыки с вызываемыми ими эмоциями [12]:

- темп (скорость музыкального произведения) — быстрый темп; счастье, волнение, гнев; медленный темп: грусть, безмятежность;

- громкость (сила и амплитуда звука) — интенсивность, сила или злость;

- мелодия (линейная последовательность музыкальных тонов, которую слушатель воспринимает как целое) — дополняющая гармонии: счастье, расслабление, безмятежность; конфликтующие гармонии: возбуждение, гнев;

- ритм (регулярно повторяющийся паттерн или ритм песни) — ровный / последовательный ритм: счастье, покой; грубый / нерегулярный ритм: беспокойство; разнообразный ритм: радость;

Чтобы учесть эмоциональную составляющую при генерации композиции, используется получение характеристик

произведения из изображения — темное изображение связано с медленной мелодией; яркое и цветное — с быстрой композицией.

### Автоматизированная генерация композиции

В качестве языка программирования был выбран язык Python. Важной особенностью этого языка является кроссплатформенность, а также ориентация на повышение производительности труда разработчиков и читаемости кода.

Для разработки веб-сайта для создания музыкальной последовательности была предложена и реализована следующая архитектура:

— модуль анализа изображения: содержит блок для непосредственного извлечения художественных характеристик

из исходного изображения; блок преобразования художественных характеристик в музыкальные;

— модуль работы с нейронной сетью: блок выбора модели (используется для определения наиболее подходящей модели для генерации композиции); блок прогнозирования композиции (используется для построения мелодической последовательности на основе входных музыкальных характеристик, а также обученной модели); вспомогательный блок для обучения и сохранения моделей в базе данных;

— модуль генерации звуков: содержит блок для генерации мелодического компонента (синтез мелодического компонента в формате mp3 из входящего текста в музыкальной нотации); синтез гармонической составляющей; блок окончательного синтеза композиции. Также в этом модуле находится база музыкальных образцов для синтеза.

Литература:

1. Розалиев, В. Л. Methods and Models for Identifying Human Emotions by Recognition Gestures and Motion / Розалиев В. Л., Заболеева-Зотова А. В. // The 2013 2nd International Symposium on Computer, Communication, Control and Automation 3CA 2013, December 1–2, 2013, Singapore: Papers.— [Amsterdam — Beijing — Paris]: Atlantis Press, 2013.— P. 67–71.
2. Xiaoying Wu. A study on image-based music generation. Master's thesis. Simon Fraser University, Burnaby, 2008.
3. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications / R. Szeliski.— Springer, 2010.— 979 p.
4. Li Y., Wu H. A Clustering Method Based on K-Means Algorithm / Y. Li, H. Wu // Physics Procedia, 2012.— Vol. 26.— P. 1104–1109.
5. Oyelade O., Oladipupo O., Obagbuwa I. Application of k-Means Clustering algorithm for prediction of Students Academic Performance. / O. Oyelade, O. Oladipupo, I. Obagbuwa // International Journal of Computer Science and Information Security, 2010.— Vol. 7.— № 1.— P. 292–295
6. Caivano J. L., Colour and sound: Physical and Psychophysical Relations / J. L. Caivano // Colour Research and Application, 1994.— № 12(2).— pp. 126–132
7. Афанасьев, В. В. Светозвуковой музыкальный строй. Элементарная теория аудиовизуальных стимулов / В. В. Афанасьев.— М.: Музыка, 2002.— 70 с.
8. Kania, A. The philosophy of music. [Электронный ресурс].— 2007.— Режим доступа: <https://plato.stanford.edu/entries/music/> (Дата обращения: 02.12.2019).
9. Davies, S. Artistic Expression and the Hard Case of Pure Music. // Kieran, M. (Ed.), Contemporary Debates in Aesthetics and the Philosophy of Art.— 2005.— pp. 179–91.
10. Robinson, J. Deeper than Reason: Emotion and its Role in Literature // Music, and Art.— Oxford: Oxford University Press.— 2005.— pp. 310–13
11. Gabrielle, A., Stromboli, E. The influence of musical structure on emotional expression. // Music and Emotion: Theory and Research.— 2001.— pp. 223–243.
12. Susino, M., Schubert, S. Cross-cultural anger communication in music: Towards a stereotype theory of emotion in music. // Musicae Scientiae.— 2017.— pp. 60–74.
13. Scherer, K. R., Zentner, M. R. Emotional effects of music: production rules. // Music and Emotion: Theory and Research.— 2001.— pp. 361–387.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Применение метода материального баланса для оценки снижения запасов газа

Васильева Диана Алексеевна, студент магистратуры  
Тюменский индустриальный университет

В настоящее время для нефтегазовых компаний одним из важнейших показателей при разработке газовых залежей является величина начальных геологических (НГЗ) и дренируемых запасов газа, которая часто подвергается корректировке. При продолжительной разработке месторождений для оценки НГЗ газовых залежей применяется метод материального баланса. Данный метод позволяет спрогнозировать величину накопленного отбора газа при снижении давления до минимального уровня. Сущность данного метода заключается в построении зависимости отношения пластового давления к коэффициенту сверхсжимаемости от накопленного отбора газа. Применение метода материального баланса для подсчета остаточных запасов целесообразно для зрелых месторождений с накопленной историей геолого-промышленной информации.

Актуальность выбранной темы заключается в достаточной степени корректности рассчитанной величины дренируемых запасов газа как для всей залежи, так и на одну скважину. Также, с помощью данной методики возможен расчёт запасов газа в целом по залежи посредством построения карт изобар на исторический период разработки.

#### Описание метода материального баланса

Для определения динамики снижения дренируемых или балансовых запасов газовых залежей применяется метод материального баланса. В основе метода падения пластового давления лежит уравнение материального баланса для газовой залежи. Сущность методики заключается в построении зависимости отношения пластового давления к коэффициенту сверхсжимаемости от накопленного отбора газа.

Во-первых, для построения зависимости отношения пластового давления к коэффициенту сверхсжимаемости от накопленного отбора газа необходимо собрать и проанализировать имеющиеся исходные геолого-промышленные данные о снижении величины пластового давления. Данные величины можно получить из результатов интерпретации газодинамических исследований, либо по результатам статических замеров давления в эксплуатационных скважинах. Полученные значения давлений необходимо пересчитать в абсолютные величины и разделить на коэффициент сверхсжимаемости, затем

построить график снижения величины Р/Ζ от времени по скважинам и провести графический анализ. В случае выявления некорректных, дефектных данных или других аномалий необходимо эти значения исключить.

Во-вторых, необходимо собрать данные об отборе газа из залежи эксплуатационными скважинами за исторический период разработки. Такие данные указывают в месячных эксплуатационных рапортах.

Следующим этапом является сопоставление данных Р/Ζ и накопленного отбора газа за исторический период. При сопоставлении данных часто возникает необходимость интерполяции значений Р/Ζ ввиду несоответствия даты выполнения замеров пластового давления и отчетной даты накопленного отбора газа.

В результате сопоставления величин Р/Ζ и накопленного отбора газа по скважинам необходимо построить график зависимости, по которому можно определить линию тренда. Используя уравнение линии тренда, выполняется расчет дренируемых запасов газа, которые суммируются по всем эксплуатационным скважинам.

Для расчета балансовых запасов газа в целом по залежи необходимо построить карты изобар на дату накопленного отбора газа. По построенным картам изобар определяется среднее значение пластового давления для всей залежи. Полученные значения давлений необходимо разделить на коэффициент сверхсжимаемости и аналогичным образом, как при определении дренируемых запасов газа, выполнить сопоставление величин Р/Ζ и накопленного отбора газа. По результатам сопоставления построить график зависимости величины Р/Ζ от накопленного отбора газа.

#### Применение метода материального баланса на примере сеноманской залежи нефтегазоконденсатового месторождения Ямalo-Ненецкого автономного округа

Следуя описанной методике подсчета дренируемых запасов газа в эксплуатационной зоне залежи автором был выполнен расчет на примере сеноманской залежи нефтегазоконденсатового месторождения Ямalo-Ненецкого автономного округа. На рисунке 1 представлен график зависимости Р/Ζ(Q) для эксплуатационной зоны сеноманской залежи и для залежи в целом.

В результате расчета величины запасов в эксплуатационной зоне накопленный отбор газа на конец разработки составит 517,52 млрд м<sup>3</sup>, по залежи в целом — 631,38 млрд м<sup>3</sup>. Анализируя результат расчета НГЗ сеноманской залежи методом матери-

ального баланса можно сделать вывод о том, что наблюдается отклонение результатов расчета методом материального баланса сеноманской залежи в целом с результатами подсчета запасов объемным методом (645,689 млрд м<sup>3</sup>).

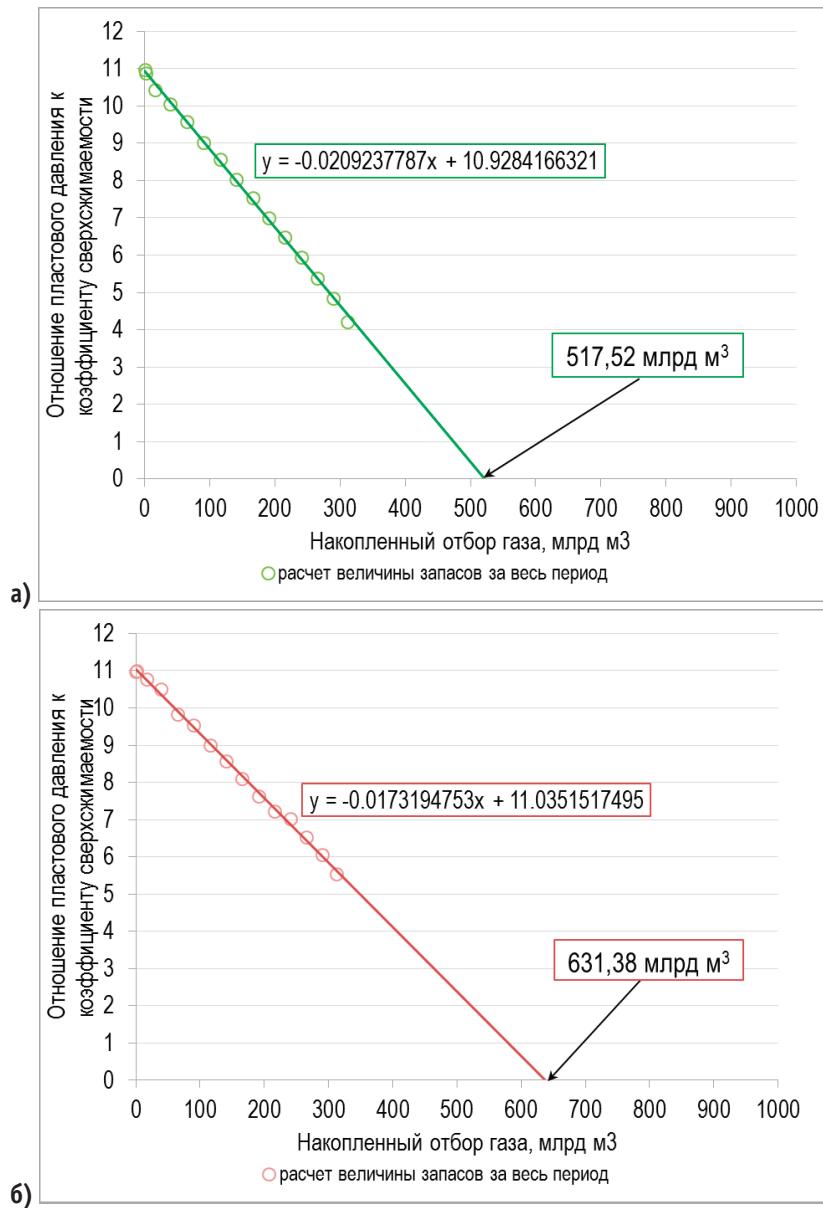


Рис. 1. График зависимости Р/З(0): а) для эксплуатационной зоны залежи; б) сеноманской залежи в целом

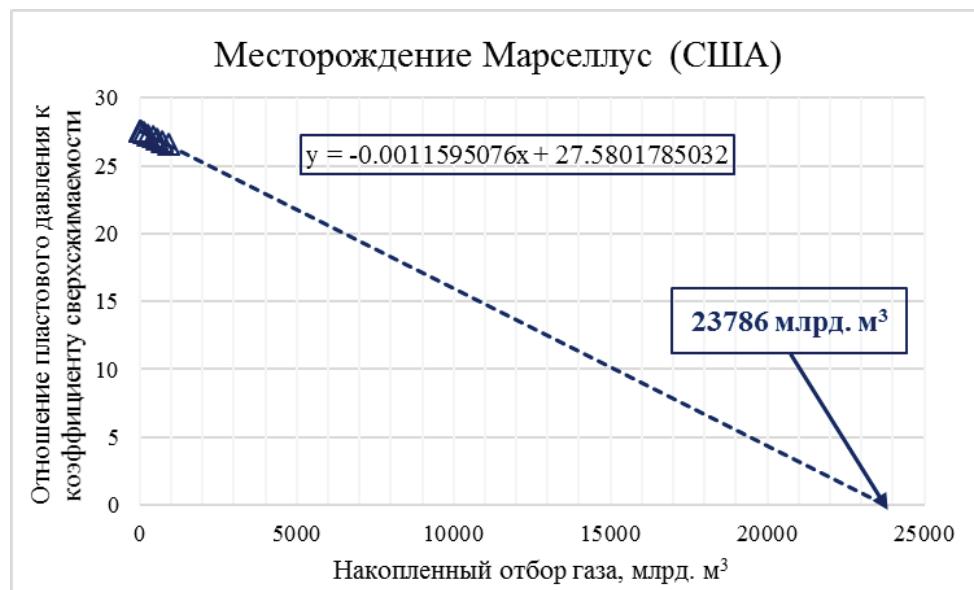
#### Зарубежный опыт применения исследуемого метода

Метод материального баланса для подсчета НГЗ и дренируемых запасов газа является распространенным методом среди зарубежных нефтегазовых корпораций. Так, например, на уникальном газовом месторождении Марселлус, расположенного на территории Соединенных Штатов Америки при построении зависимости величины Р/З от Q расчетная величина начальных геологических запасов газа составляет 23786 млрд м<sup>3</sup>. График зависимости величины Р/З от Q по месторождению Марселлус представлен на рисунке 2.

В будущем, в ходе эксплуатации месторождения с учетом состояния его разработки и накопленной геолого-промышленной информации величина НГЗ может быть скорректирована в меньшую сторону.

#### Отечественный опыт применения исследуемого метода

Одним из главных методов подсчета начальных геологических запасов газа на зрелой стадии разработки месторождений в отечественной нефтегазовой промышленности является метод материального баланса. Рассмотрим опыт разработки се-

Рис. 2. График зависимости  $P/Z(Q)$ . Месторождение Марселлус (США)

номанских залежей Вынгапуровского и Западно-Таркосалинского месторождений, представленный на рисунке 3.

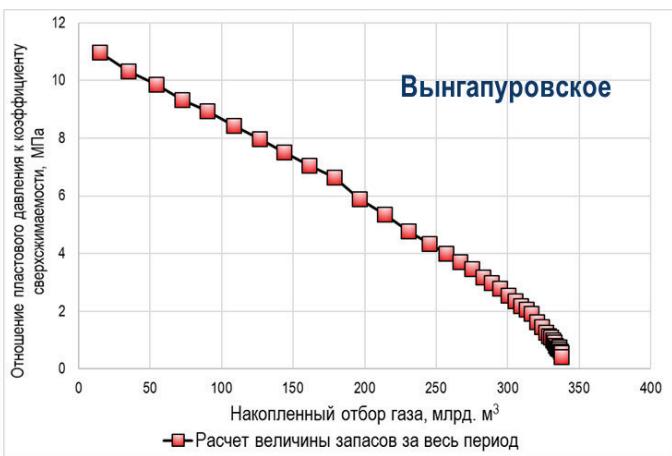
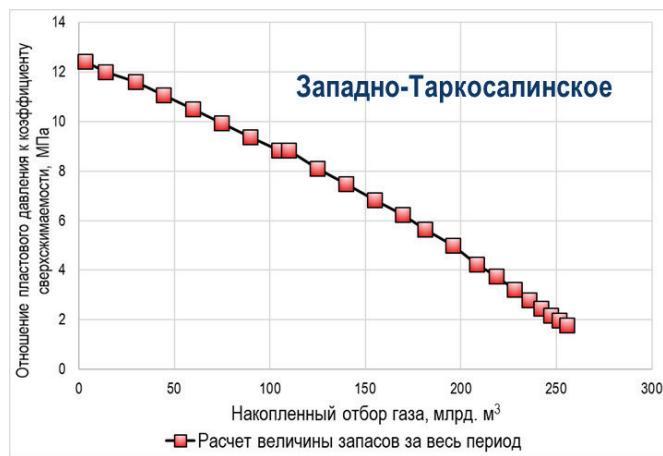
Из графиков видно, что в процессе эксплуатации залежей дренируемые запасы газа уменьшаются, а к концу разработки темп их снижения возрастает (особенно это отмечается на примере Вынгапуровского месторождения). Данное обстоятельство связано с резким снижением отборов газа по причине преждевременного обводнения добываемой продукции из скважин и как вследствие резкого снижения величины пластового давления.

Таким образом, в данной работе было рассмотрено применение метода материального баланса при подсчете начальных геологических и дренируемых запасов газа. Данный метод позволяет недропользователям в достаточной степени корректности определить потенциал запасов газа в залежах. Однако, в случае возникновения осложнений при эксплуатации

скважин, связанных с преждевременным обводнением, величина НГЗ может быть существенно снижена.

Следует отметить, что для получения более качественного результата расчета запасов газа необходима достаточная степень накопленного исторического периода разработки залежей и наличием по ним накопленной геолого-промышленной информации. Существуют случаи, когда нефтегазовые компании прибегают к построению зависимости  $P/Z$  от накопленного отбора газа имея лишь малое количество замеров величины пластового давления по скважинам. Такие результаты подсчета запасов характеризуются малой степенью достоверности.

Также следует отметить, что при оценке НГЗ газовых залежей может возникать большое количество неопределенностей, связанных с неверным определением площади газоносности залежей, начального контура газоносности залежей и др.

Рис. 3. Графики зависимости  $P/Z(Q)$  для эксплуатационной зоны сеноманских залежей Западно-Таркосалинского и Вынгапуровского месторождений

Литература:

- Орешкин, И. В. Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа / И. В. Орешкин, М. П. Логинова, А. Т. Колотухин.— 1-е изд.— Саратов: НВНИИГГ, 2015.— 96 с.— Текст: непосредственный.
- Рыльков, С. А. Подсчет запасов нефти, газа, конденсата / С. А. Рыльков, Е. С. Ворожев.— 1-е изд.— Екатеринбург: УГГУ, 2014.— 75 с.— Текст: непосредственный.
- Бжицких, Т. Г. Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа / Т. Г. Бжицких.— 1-е изд.— Томск: ТПУ, 2014.— 263 с.— Текст: непосредственный.
- Кузнецов, Д. В. Подсчёт запасов нефти и растворённого газа / Д. В. Кузнецов, В. Е. Кулешов, А. С. Могутов.— 1-е изд.— Ухта: УГГУ, 2013.— 112 с.— Текст: непосредственный.

## Ускоренные методы обработки ванили

Голденков Владимир Алексеевич, студент

Научный руководитель: Николаева Юлия Владимировна, кандидат технических наук, доцент;

Научный руководитель: Максимкин Антон Алексеевич, кандидат технических наук, доцент

Московский государственный университет пищевых производств

*Целью работы являлся обзор наиболее быстрых методов обработки стручков ванили плосколистной с сохранением наибольшего содержания ванилина. Выявлено что мягкая обработка горячей водой с последующей ферментацией при 35–45°C и быстрая сушка необходимы для получения обработанных стручков с отличным внешним видом и привлекательным ароматом в максимально короткий временной срок.*

**Ключевые слова:** ваниль, ваниль обработанная, ускоренные методы обработки, ваниль натуральная.

## Accelerated methods vanilla processing

Goldenkov Vladimir Alekseevich, student

Scientific adviser: Nikolaeva Iuliia Vladimirovna, candidate of technical sciences, associate professor;

Scientific adviser: Maksimkin Anton Alekseevich, candidate of technical sciences, associate professor

Moscow State University of Food Production

*Purpose of the work was to review the fastest processing methods of vanilla pods preserving the highest content of vanillin. It was revealed that mild treatment with hot water with subsequent fermentation at 35–45°C and accelerated drying are necessary to produce treated pods with an excellent appearance and attractive flavor in the shortest possible time.*

**Keywords:** vanilla, processed vanilla, accelerated processing methods, natural vanilla.

**A**ктуальность: Ваниль (*Vanilla planifolia*) как натуральный аромат, широко используется во многих отраслях промышленности: пищевой, фармацевтической, косметической, табачной и т.д. В настоящее время ванильные стручки выращивают в различных регионах мира.

На мировом рынке качественная ваниль является дефицитным продуктом с периода 2013–2016 наблюдалось троекратное увеличение цен с 80 до 250\$ за 1кг на данную пряность [1].

На сегодняшний день для России 1 кг VANILLA BOURBON (Бурбон) Мадагаскар цена составляет от 500–600\$ за 1 кг [2].

После сбора урожая стручки ванили необходимо обработать, чтобы развить свойственный данной пряности аромат. В более широком смысле в обработку входят:

1) изменения, связанные с простой потерей воды, достигнутые через сушку

2) изменения, связанные с химическим превращением, которое, как правило, заключается в гидролитических и окислительных изменениях с помощью ферментов или без них

Последние изменения наиболее важны. Ванилин является основным вкусовым компонентом ванили. В ванильных стручках ванилин содержится в форме глюкозида, называемого глюкованиллином находящимся в светлой части стручка ванили (Рис. 1). Вовремя процесса обработки нарушается клеточная структура глюкозид начинает гидролизоваться с образованием ванилина и глюкозы под действием  $\beta$ -глюказидазы [3].

### Получение ванили традиционным способом

Процесс обработки состоит из 4x этапов:

1. «убийство» или «увядание»

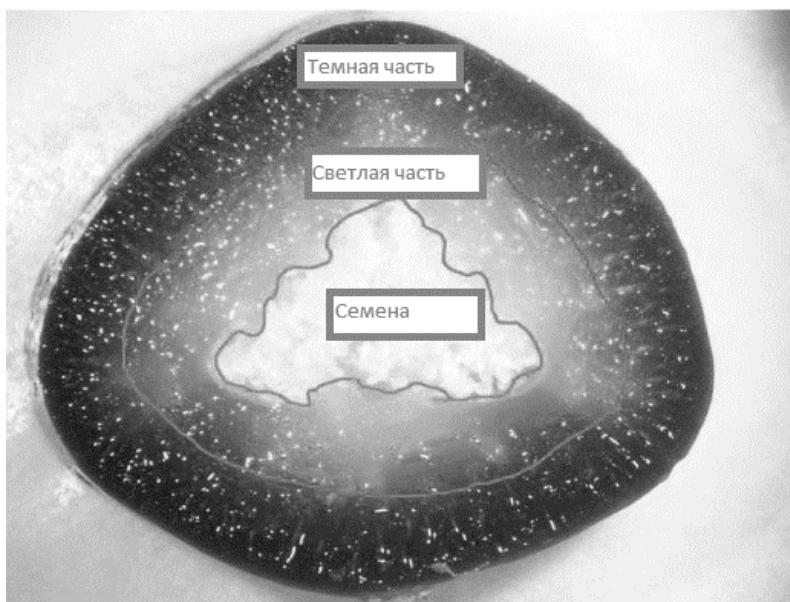


Рис. 1. Поперечный срез зеленого стручка ванили

2. ферментация
3. сушка
4. кондиционирование.

Все четыре этапа важны, но стадия «убийства» — самая важная.

«Убийство» останавливает дальнейшую физиологическую активность и способствует дезорганизации клеток.

Наиболее распространенные методы «убийства» включают в себя воздействие солнечного света, использование контролируемой температуры печная обработка или бланширование.

Далее следует этап ферментации, во время которого происходит развитие ванильного вкуса и аромата. Стручки начинают приобретать темно коричневый цвет.

Далее следуют длительные этапы сушки и кондиционирования. Традиционно данные процессы применяются для того чтобы защитить продукт от микробиологической порчи и остановить дальнейшую ферментативную активность. Традиционно применяются методы сушки на открытом воздухе под солнцем, это негативно сказывается на количестве остаточного ванилина в готовом продукте, на микробиологическую безопасность продукта [3].

Традиционный процесс обработки может занять от 5 недель до 5 месяцев в зависимости от региона производства и используемых процессов. Нарастающая стоимость качественной ванили подчеркивает необходимость нахождения ускоренных методов её переработки.

Цель: обзор наиболее быстрых методов обработки стручков ванили плосколистной с наибольшим содержанием ванилина.

#### **Обзор методов с бланшированием и без него**

В статье Influence of curing procedures on sensory quality of vanilla beans «Влияние процесса обработки на сенсорное качество ванильных стручков» авторов Van Dyk, S., McGlasson, W. B., Williams, M., & Gair, C. 2014 рассмотрены ускоренные методы обработки ванили.

Материалы и методы: Зрелая зеленая ваниль, полученная от производителя (Кэрнс, Квинсленд, Австралия). 300 стручков. Были поделены на 3 партии. Первая партия отправлялась на ферментацию при температуре в 35°C и высокой влажностью в течение 12 дней. Две другие партии бланшировались в воде при температуре 67°C в течение 3 минут, а затем вторая партия отправлялась на ферментацию при температуре 45°C и высокой влажности на 4 дня, а третья также о ферментацию при температуре 35°C и высокой влажности на 5 дней. После этапа ферментации все три партии были подвергнуты разным методам сушки. Были оценены три метода сушки (рис 2) [4]:

- сушилка с тепловым насосом при температуре 40°C и относительной влажности воздуха 15% бланшированные при (45 или 35)°C высушивались в течение 5 дней, и не бланшированные стручки были высушены при температуре 40° в течение 10 дней.

- тунNELьная сушилка при температуре 60°C и относительной влажности воздуха 20% партии стручков укладывались на отдельные подносы на 2 дня

- тунNELьная сушилка при температуре 60°C и относительной влажности воздуха 10% партии стручков укладывались на отдельные подносы на 2 дня

Ваниль сушилась до показателя влажности около 45%. Далее стручки запечатывались в стеклянные банки с винтовыми крышками. Хранились стручки при температуре 20°C для дальнейших анализов. Ванилин извлекался из порошкообразных образцов стручковой ванили с n-пентаном и дихлорметаном (1:1 v/v) методом ВЭЖХ — Высокоэффективная жидкостная хроматография (англ. HPLC, High performance liquid chromatography) [4].

Около 90% глюкованилина было переработано в ванилин в первой партии при температуре ферментации 35°C в течение 12 дней и последующей сушкой до содержания влаги 45%. Около 70% глюкованилина было переработано в ванилин во второй и третьей партиях при температуре бланширования

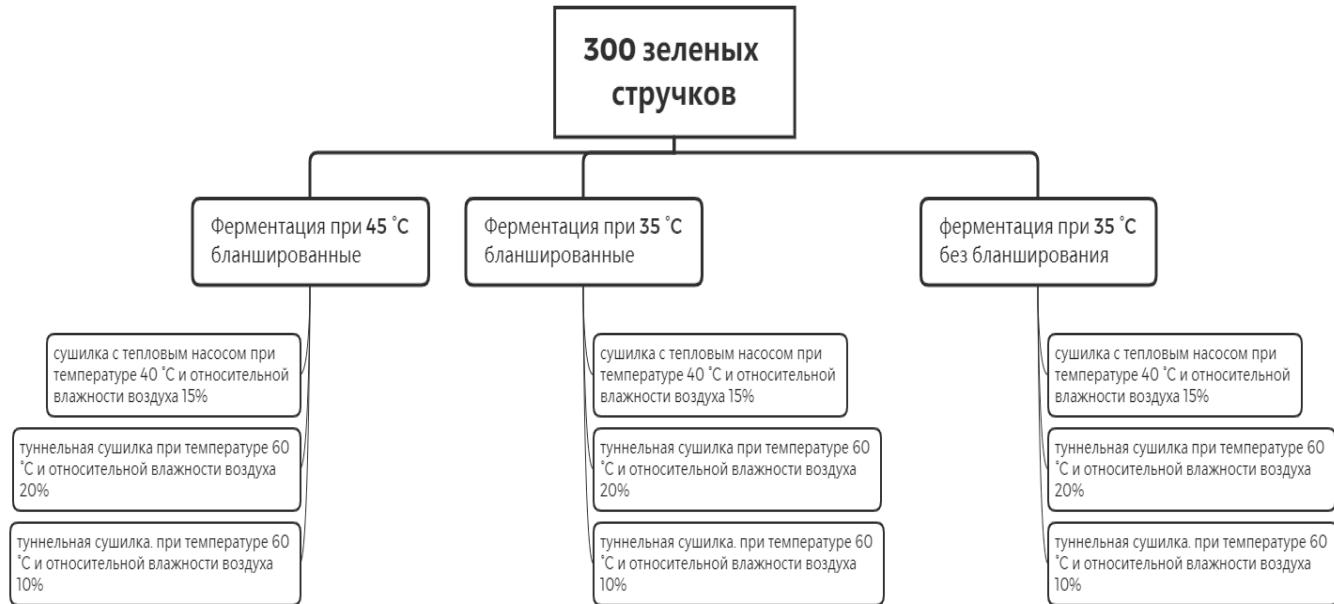


Рис. 2. Используемые методики сушки

67°C в течении 3 мин, при температуре ферментации 35°C в течении 5 дней и 45°C в течении 4 дней последующей сушкой до содержания влаги 45%.

По мнению экспертов, проводивших так же сенсорный анализ было выявлено то, что стручки из первой партии имели более выраженный аромат, по сравнению со стручками из второй и третьей партии. Однако внешний вид стручков второй и третьей партии был более привлекательным по сравнению с первой партией [4].

### Заключение и выводы

Мягкая обработка горячей водой с последующей ферментацией при 35–45°C и быстрая сушка необходимы для получения

обработанных стручков с отличным внешним видом и привлекательным ароматом в максимально короткий временной срок.

Следует отметить, что процесс обработки зеленых ванильных стручков включает в себя процессы нарушения работы клеток и высвобождения неконтролируемых ферментативных и не ферментативных процессов, важных для образования свойственного ванильного вкуса и аромата. Низкая ферментативная активность снижает показатель ванилина в готовом продукте. Снизить ферментативную активность может неправильное «убийство» ванили. Представляется важным отметить, что длительная сушка и кондиционирование могут приводить к потере образующихся ароматических соединений. Данная проблема требует дополнительных исследований в этой области.

### Литература:

1. Как развивается российский рынок приправ и пряностей.— Текст: электронный //: [сайт].— URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/32528-zarabotat-na-spetsiyakh/> (дата обращения: 10.06.2021).
2. Обзор мирового рынка по продажам натуральной ванили.— Текст: электронный //: [сайт].— URL: [https://trendeconomy.ru/data/commodity\\_h2/0905](https://trendeconomy.ru/data/commodity_h2/0905) (дата обращения: 10.06.2021).
3. Vanilla: Post-harvest Operations / Medina.— Текст: электронный //: [сайт].— URL: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/inpho/docs/Post\\_Harvest\\_Compendium\\_-\\_Vanilla.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compendium_-_Vanilla.pdf) (дата обращения: 10.06.2021).
4. Influence of curing procedures on sensory quality of vanilla beans / Dyk Van.— Текст: электронный //: [сайт].— URL: <https://doi.org/10.1051/fruits/2010033> (дата обращения: 10.06.2021)

## Особенности обслуживания газобаллонного оборудования с установленным генератором синтез-газа

Ивин Алексей Владимирович, студент магистратуры;  
Мартиросян Артем Артурович, студент магистратуры  
Волгоградский государственный технический университет

В данной работе рассмотрены некоторые особенности обслуживания двигателя с установленным ГБО и генератором синтез-газа, которые могут возникнуть при вводе последнего в широкое использование.

**Ключевые слова:** газовое топливо, газобаллонное оборудование, добавки синтез-газа, использование генераторов синтез-газа.

Использование газового топлива в качестве альтернативы традиционному имеет свои неоспоримые положительные моменты, которые доказаны исследователями и, что самое важное с точки зрения практического использования, получает всё большее признание со стороны автовладельцев. Использование такого топлива приводит к как таковой экономии, что было изучено в таких работах, как [1]. Также имеет очень важное значение, но, к сожалению, слабо отражается в интересах владельцев автомобилей, использующих или планирующих использовать газовое топливо, более высокая экологичность по сравнению с традиционными топливами.

Одной из основных причин, почему автовладельцы относятся к газовому топливу с некоторым недоверием, — это снижение мощностных характеристик двигателя при использовании данного вида топлива. Однако стоит отметить, что уже на ГБО 4-го поколения, являющимся наиболее популярным оборудованием на данный момент, как таковое снижение характеристик практически незаметно, если рассматривать в качестве газового топлива пропан-бутановую смесь. Но это если рассматривать свойства газобаллонного оборудования и самого топлива в целом.

Оборудование может работать качественно, а топливо иметь хорошие свойства для работы двигателя в начале использования. Но с течением времени в процессе эксплуатации условия работы ухудшаются и, следовательно, падают характеристики двигателя. Это означает, что особенно важным является процесс обслуживания, настройки и, в случае каких-либо неполадок, ремонт оборудования.

Касаемо газобаллонного оборудования уже известны элементы, на которые следует обращать внимание при обслуживании и настройке, такие как угол опережения зажигания, при правильной настройке которого обеспечивается получение максимального давления в необходимый момент, время открытия форсунок, которое позволяет нивелировать эффект меньшей теплоты сгорания топлива путем добавления большего количества самого топлива в цилиндр. За длительность открытия форсунок отвечает коэффициент впрыска и некоторые рекомендации по его настройки в зависимости от режима работы двигателя были рассмотрены в [2].

На данный момент в сфере изучения использования газовых топлив набирает интерес использование генераторов синтез-газа. Благодаря такому оборудованию часть используе-

мого топлива путем термохимической рекуперации преобразуется в синтез-газ и в качестве добавки добавляется к основному топливу. Добавки синтез газа положительно сказываются на работе двигателя, но нужна добавка правильной порции. Так в [3] было получено, что при 5% добавке синтез — газа содержание в отработавших газах несгоревших углеводородов и оксида углерода достигает наименьших значений, в случае добавки 7% синтез-газа работа остается практически такой же, как при работе без добавок, а при добавке синтез-газа в количестве 10% работы снижается.

Использование генератора синтез-газа повлечет за собой установку и, соответственно, обслуживание новых элементов в подкапотном пространстве. Помимо самого генератора добавляется шланг для подачи газа из генератора в двигатель, редуктор газовый для генератора, который снижает давление газа, микропроцессорная система управления и дополнительные стандартные комплектующие (нагнетатель воздуха, катушка зажигания, фильтр, датчики расходов, отсечные клапаны). Также блок управления должен быть специально настроен на работу с добавками синтез-газа.

Как видно из вышеперечисленного, в автомобиль, работающий на ГБО и который будет использовать генератор синтез — газа будет добавлено относительно много дополнительного оборудования, за которым нужно будет следить и дополнительно обслуживать во время ТО, что в свою очередь несколько усложнит данную процедуру.

Подводя итог ко всему вышесказанному, стоит отметить, что использование генераторов синтез-газа повлечет положительные моменты, такие как улучшение экономических и экологических характеристик двигателя, но также усложнит процедуры первичной и последующих настроек и обслуживания автомобиля, с новым установленным оборудованием. От сервисных центров потребуется изучение как таковой новой технологии, в случае необходимости, приобретения нового, подходящего для новой работы, оборудования и, что самое важное, повышение квалификации персонала для работы с новыми элементами подкапотного пространства.

Когда генератора синтез-газа выйдет в как таковое общее пользование, то вполне вероятно, что некоторые элементы будут изменены, а с выпуском других моделей изменения будут в любом случае, однако вышеописанные моменты можно использовать в качестве основной базы, на что стоит обращать внимание.

Литература:

- Пестриков, С. А. Оптимизация расходов на гсм автомобилей с битопливным двигателем / С. А. Пестриков, Д. Н. Дранишников // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе.— 2014.— № 1.— С. 305–307;
- Е. А. Захаров, Ю. В. Левин, П. В. Потапов, Я. Г. Моисеев, Р. К. Статирский, Д. И. Лыков снижение расхода сжиженного углеводородного газа ДВС с искровым зажиганием за счет настроек газобаллонного оборудования
- Влияние добавок синтез-газа к пропан-бутану на процесс горения в автомобильном двигателе / В. А. Алимов, Е. А. Захаров, Г. СафаровЭ, Е. А. Федянов // Двигателестроение.— 2020.— № 3.— С. 17–20.

## Исследование прочности морского льда с применением теории о трещиностойкости

Нечипоренко Григорий Юрьевич, студент магистратуры  
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

*В статье автор описывает возможность применения балочной теории о трещиностойкости в расчете прочности льда.*

**Ключевые слова:** морской лед, испытание на сжатие, керны, модели.

Морской лед никогда не замерзает до конца. Всегда есть кармашки рассола и газовые пузыри, которые вносят специфику в его механическое поведение. Для испытаний на сжатие используются керны, которые достаются из льда методом бурения. Традиционная форма таких образцов цилиндрическая. Керн обтачивается с двух сторон, устанавливается между двумя траверсами испытательной машины и сжимается. Для определения прочности на сжатие можно прибегнуть к балочной теории. Согласно данной теории, используется критерий роста трещины Гриффитса, который говорит о том, что упругая энергия может быть использована для роста трещины. Применительно ко льду можно говорить, что мы получили вторую ветку для малых зерен, которая была экспериментаторами выделена.

Согласно исследованиям [2, 6, 12, 13, 20], предел прочности льда при изгибе зависит от скорости действия прилагаемой нагрузки, размера образцов, их структуры, солености, плотности и температуры. Наиболее прочным при изгибе является пресный и распресненный лед [1]. Самыми прочными являются прозрачные образцы льда в верхней и средней частях льдины, где средние значения  $\sigma_{изг}$  составляют около 1,3 МПа, а максимальные значения достигают 1,88–2,17 МПа [2]. Наименее прочным оказывается матовый лед зернистой структуры, разрушающийся при нагрузке до 1,5 МПа в поверхностном слое, около 1,0 МПа — в среднем и до 1,0 МПа — в нижнем [3].

Диапазон изменений предела прочности при изгибе, как показывают исследования льдов северного Каспия, значителен — от 0,01 до 2,17 МПа [4].

### Методы исследования

При сжатии лед демонстрирует различные сценарии разрушения: **сдвиг** (shear fault) и расщепление (splitting). При плоском сдвиге (рисунок 1а) возникают наклонные плоскости разрушения (прочерченные фломастером). Расщепле-

ние (рисунок 1б) характеризуется выкалыванием вертикальных «щепов» в стороны, из-за большого количества макротрешин [5].

Как показано на графике (рисунок 2), в зависимости от скорости деформирования различаются режимы вязкого разрушения и хрупкого разрушения [6]. На оси абсцисс Ох вертикальной чертой показана граница, разделяющая эти два режима разрушения морского льда  $\varepsilon_f$ . Условно эта величина принята равной  $\varepsilon_f = 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ .

Показанные выше сценарии разрушения образцов, оба, оказывается, будут соответствовать вязкому разрушению. несмотря на то, что результаты двух экспериментов различаются [7, 8]. Это связано с тем, что при разрушении образец продолжает нести нагрузку. И довольно долго. Даже для такого классического случая цилиндра лед может демонстрировать различные сценарии поведения [9].

Лед очень удобный материал. Будучи в тонких срезах на пульверизаторе, четко выделяется структура. Можно посчитать форму зерен, которые, в отличии от металла, большие: для озерного льда эти размеры могут достигать 10 см, а для морского льда размер колеблется от долей миллиметра и до 5 мм. На графике (рисунок 3) показаны два режима (I и II) разрушения льда, применительно к графику прочности [10, 13].

Обратный корень из диаметра зерна показывает, что более крупные зерна будут лежать ближе к нулю, а более мелкие зерна, наоборот, буду лежать в области за единицу. Видно, что первый участок зависимости прочности от зерен характеризуется плотностью зарождения дефектов. Это хорошо описывается законом Холла-Петча [11]. А второй, для более мелких зерен, определяется ростом трещин [12].

### Результаты и анализ

Классическим определением коэффициента  $K_I$  является бразильский тест, придуманный бразильским инженером Карнейром [14]. Тест позитивен в двух аспектах: простота полу-

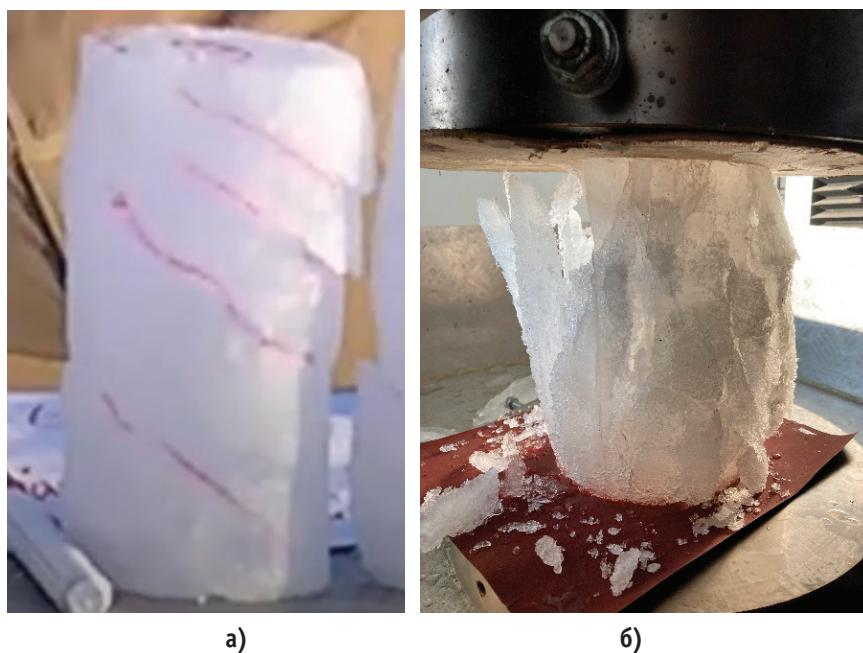


Рис. 1. Сценарии разрушения морского льда: а) сдвиг (shear fault); б) расщепление (splitting)

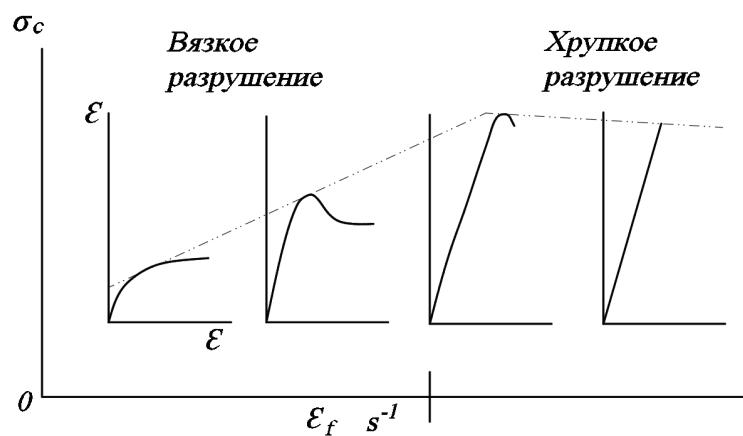


Рис. 2. Режимы вязкого и хрупкого разрушения

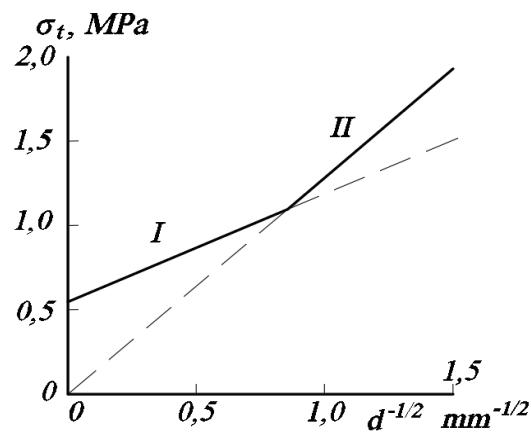


Рис. 3. Режимы разрушения льда, в зависимости от диаметра зерен

чение образца и то, что вдоль линии действия сжимающих нагрузок действуют равномерные растягивающие напряжения. Отличительная особенность упругости: несмотря на криволинейную геометрию образца, поле напряжений растягивающих равномерно.

Был проведен натурный эксперимент. В толстой льдине вышлиливалась прямоугольная майна, куда опускается силовая ячейка. Под действием силы тяжести плита рабочей частью начинает давить короткий столбик (рисунок 4а). На рисунке 4б стрелкой показано направление нагрузки [15].

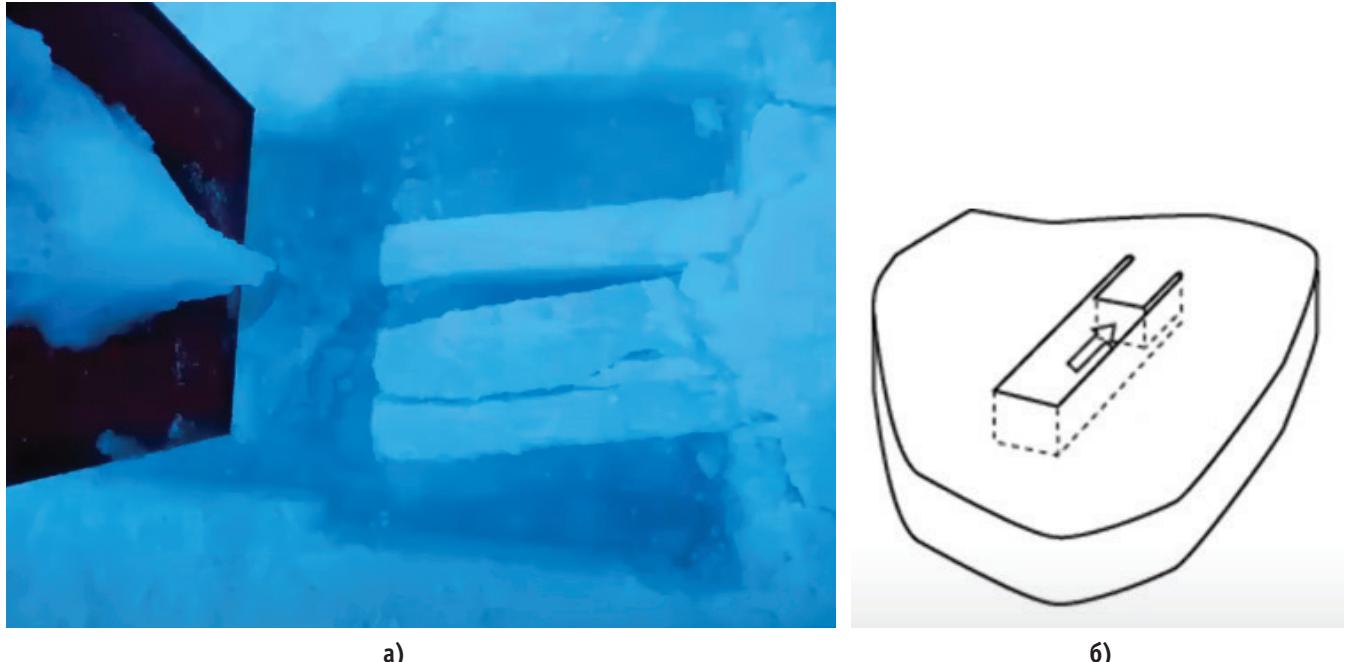


Рис. 4. Испытания льда на сжатие: а) результат сжатия образца, б) схематические движения индентора

В верхнем слое видны пластиинки толщиной 8–10 сантиметров. Это обусловлено тем, что плита разделилась на 3 «дошечки» двумя параллельными линиями (splitting). Под действием нагрузки произошло расщепление, разделение образца на части вдоль действия нагрузки.

Для описания данного явления можно воспользоваться математическими и физическими моделями. Одна из таких моделей была придумана Кендаллом [16].

Использовалась она в основном для хрупких материалов, наподобие керамики, а не для льда. Модель используется для определения трещиностойкости (рисунок 5).

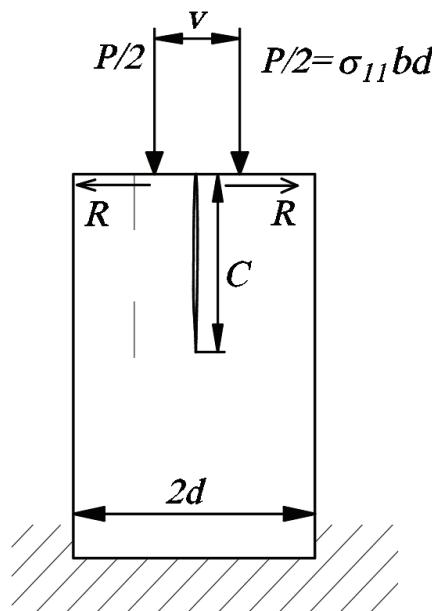


Рис. 5. Нагружение образца и образование трещины

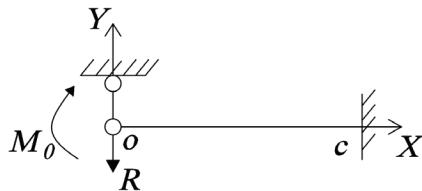


Рис. 6. Схема связей

В пластинке выполняется разрез длины С, м, так, чтобы в кончике трещины был минимальный радиус закругления. У образца получается два плеча, которые нагружаются внецентрично. Используется балочная теория (рисунок 6), от балки кое-то есть  $w(0)=w(c)=w'(c)=0$ .

$$-M_0 + \frac{3Rc}{2} = 0, \quad (1)$$

$$U_b = \int_0^c \frac{M^2(x)dx}{EJ} = \frac{M_0^2}{4EJ}c, \quad (2)$$

$$\text{где } J = \frac{bd^3}{12}.$$

Перейдем к балочной модели. Поскольку видно, что нагрузка расположена от нейтральной оси обоих плеч ближе к надрезу, то возникающий момент приводит к тому, что плечи склоняются друг к другу, и возникает реактивная сила R, кН. Прогиб на концах равен нулю. Из этого условия находится связь между реактивной силой R, кН, и моментом M<sub>0</sub>, кН·м. Это есть следствие решения задачи изгиба. Дальше определяется упругая энергия изгиба для балки. После используется критерий роста трещины Гриффитса, который говорит о том, что упругая энергия может быть использована для роста трещины. Критерий роста трещины [18]:

$$\frac{dE_t}{dc} = \frac{d(U_b + U_c + U_f)}{dc} = 0, \quad (4)$$

$$\frac{dE_t}{dc} = G_I b, \quad (5)$$

$$\text{где } G_I = \left(1 - v^2\right) \frac{K_{lc}^2}{E}.$$

Условия  $M_0$ , кН·м, связано с параметрами материала и геометрией (формула 6):

$$M_0 = 2\sqrt{EJG_I b}. \quad (6)$$

Отсюда можно найти критическую нагрузку  $P_*$ , кН (формула 7):

$$P_* = \frac{b}{\left(1 - \frac{v}{d}\right)^2} \sqrt{\frac{16}{3} EG_I d} \quad (7)$$

В рамках балочной модели критическая нагрузка не зависит от длины разреза. Поэтому Кенделлом был придуман этот образец, так как он обеспечивается устойчивый и управляемый рост трещины в условиях сжатия. За счет этого можно определять  $K_{lc}$  не только в конкретной точке, но и в процессе нагружения и продвижения трещины вдоль образца [18].

Теперь применительно ко льду. Все формулы выражены через  $K_{lc}$ . Все это получено простым подставленным параметров балки. И выражением Ирвина для  $G_I$ :

$$\sigma_c = \frac{2\sqrt{1-v^2}}{\sqrt{3}\left(1-\frac{v}{d}\right)} \cdot \frac{K_{lc}}{\sqrt{d}} = 1,1 \cdot \eta \frac{K_{lc}}{\sqrt{d}}, \quad (8)$$

$$\eta = \left(1 - \frac{v}{d}\right)^{-1}, \quad (9)$$

$$\text{Для льда (Sanderson): } \sigma_c = 7,6 \cdot \frac{K_{lc}}{\sqrt{d}}.$$

Мы видим, что  $\sigma_c$  которая есть осредненная по площади сечения критическая нагрузка  $P_*$  оказывается равняется  $K_{lc}$  деленная на  $\sqrt{d}$ , где  $d$  характерный размер этой балки [19]. Применимко льду можно говорить, что мы получили вторую ветку для малых зерен, которая была экспериментаторами выделена. А вот параметрами безразмерной  $v$ , которая характеризует эксцентриситет приложения нагрузки для льда, я так думаю, он характеризует неоднородность напряженного состояния в образце при сжатии, вызванное как неоднородностью упругих свойств зерен, так и наличием дефектов: газовые пузыри, кармашек рассола. Чем нравится этот подход и формула, он приводит к осмысленному результату с помощью минимальных аналитических затрат [20].

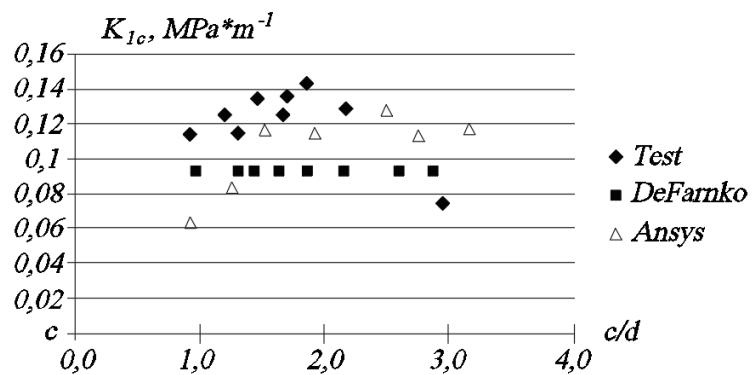
Возникает вопрос: правильно или нет использовать балочный подход.

Вот тут экспериментальная проверка (рисунок 7). Видны вверху три образца, находящиеся в испытательной машине. Первый образец, за счет изгиба появился просвет. Второй образец — видно из кончика надреза первоначального начинает распространяться трещина вдоль линии действия силы. Третий интересен тем, что надрез существует, от верхнего торца отходит еще одна трещина. Сплиттинг идет несмотря на подготовленный дефект, лед предпочел разрушаться по собственному сценарию [20].

Дефранко — формулы по балочной теории — соответствует коэффициенту K<sub>lc</sub> 0,9 МПа на корень из метра (рисунок 8). Это



Рис. 7. Экспериментальное сжатие ледяных кернов

Рис. 8. График зависимости  $K_{Ic}$  от

вот то значение,  $K_{Ic}$ , которое стабильно замерялось для морского льда.

### Заключение

Существует несколько сценариев разрушения морского льда. Каждому из них соответствуют свои скорости деформации и характер разрушения.

Если посмотретьеть, то можно сказать, что при полученных результатах исследования идет сильное завышение. Но если говорить о том, что лед настолько материал неоднородный по механическим свойствам, особенно при сжатии, с таким высоким коэффициентом вариации, отношении дисперсии к мат. ожидание, такой результат довольно хороший. Балочная теория, хотя и приводит к заниженному значению предельной нагрузки, все-таки с точностью до 30% близка к тому, что демонстрирует лед.

**Литература:**

1. Abdelnour, R. 1981. Model Tests of Multi-year Pressure Ridges Moving onto Conical Structures. Proceedings IAHR Ice Symposium, Vol. 2, pp 728–751, Quebec City, Canada.
2. Blanchet, D. 1998. Ice Loads from First Year Ice Ridges and Rubble Fields. Canadian Journal of Civil Engineering. 25: 206–219.
3. Blanchet, D., Abdelnour, R. and Comfort, G. 1997. Mechanical properties of first year sea ice at Tarsiut Island. ASCE Journal of Cold Regions Eng. 11 (1): 59–83.
4. Brown, T.G. and Bruce, J.R. 1995. Finite Element Analysis of First Year Ridge Interactions. Report by Bercha & Assoc. to Public Works and Government Services Canada, Calgary, AL, Canada.
5. Brown, T.G., Cheung, M.S., Croasdale, K. R., and Wright, B. D. Advice on Design Ice Loads for the Northumberland Strait Bridge Piers. Report to Public Works and Government Services Canada, Charlottetown, PEI, 1995, 124p.
6. Bruneau, S. E., McKenna, R. F., Croasdale, K. R. and Crocker G. C. In-situ direct shear of ice rubble in first year ridge keels. Proceedings of 49th Canadian Geotechnical Conference. St. John's September 1996.
7. Cornett, A.M. and Timco, G.W. Laboratory Tests on the Mechanical Properties of Saline Ice Rubble. NRC Controlled Report HYD-CTR-002, 1995, Ottawa, Ont. Canada.
8. Croasdale&Associates Ltd. 1995. Ice Load Models for First Year Pressure Ridges and Rubble Fields — Phase 1 Report. Joint Industry Government Project, Partly sponsored by the National Energy Board (PERD) and Public Works Canada.
9. Croasdale&Associates Ltd. Field Study of Ice Characteristics off the West Coast of Newfoundland. Report to National Research Council, Ottawa, and Exxon Production Research Co. PERD/CHC Report 2–70 and 2–71 (Proprietary), 1999.
10. Croasdale&Associates Ltd. In situ Ridge Strength Measurements — 1998. A study sponsored by NRC (PERD) and Exxon Production Research Co. (Proprietary until December 2001), 1998.
11. Croasdale&Associates Ltd., 1996. Ice Load Models for First Year Pressure Ridges and Rubble Fields. A Joint IndustryGovernment Project, Partly sponsored by PERD through the National Energy Board, Calgary, and supported by Mobil and Exxon.
12. Croasdale, K. R. 1997. Ice Structure Interaction: Current State of Knowledge &Implications for Future Developments. RAO Conference, St. Petersburg, Russia.
13. Croasdale, K. R. A Study of Ice Loads due to Ridge Keels. Proc. 4th Intl. Conf. on Development of Russian Offshore (RAO), St. Petersburg, 1999. 14. Eranti, E., Lehmus, E. and Nortala-Hoikkanen, A. 1992. First-Year Ice Ridge Characteristics and Loads on Offshore Structures. Proceedings ISOPE'92, Vol. II, pp 681–687, San Francisco, USA.
14. Nadreau, J. P. and Michel, B. Ice Properties in Relation to Ice Forces. Proc. 2nd IAHR State of Art Report on Ice Forces. 1984. Vol. 4, IAHR Symposium, Hamburg, 1984. 15
15. Shafrova, S., 2007. First-year sea ice features: Investigation of ice field strength heterogeneity and modelling of ice rubble behaviour. PhD thesis, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway.
16. Smirnov, V., Sheikin I., Shushlebin A., Kharitonov V., Croasdale K.R., MetgeM., Ritch R., Polomoshnov A., Surkov G., Wang A., Beketsky S., Weaver J. S. Large scale strength measurements of ice ridges; Sakhalin 1998. // Proceedings of International Conference on ICETECH-2000, S.-Petersburg, 2000. P. 512–520.
17. Strub-Klein, L. and Sudom, D. A comprehensive analysis of the morphology of first year sea ice ridges, Cold Regions Science and Technology, 82, 2012, PP 94–109.
18. Timco, G. and Burden R. P. An Analysis of the Shapes of Sea Ice Ridges, Cold Regions Science and Technology 25(1), January 1997.
19. Timco, G. W., Croasdale K. and Wright B. An Overview of First-Year Sea Ice Ridges. Technical Report HYD-TR-047 PERD/CHC Report 5–112, 2000, 160 p.
20. Timco, G. W., Funke E. R., Sayed M. and Laurich P. H. 1992. A Laboratory Apparatus to Measure the Behaviour of Ice Rubble. Proc. OMAE1992, Calgary, Al, Canada, Vol. IV, PP 369–375.

## Нагрузка от льда на гидротехнические сооружения на протяжении ледового сезона в замерзающих морях

Нечипоренко Григорий Юрьевич, студент магистратуры  
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

*В статье автор рассматривает проблемы расчета нагрузок от льда на морские ГТС от ровного льда.*

**Ключевые слова:** ледовая нагрузка; ледовые сценарии; дрейфующий лед; исходные ледовые параметры; численная модель льда.

В данном исследовании изучалась изменчивость основных параметров дрейфующего ровного льда во время ледового сезона и как эта изменчивость влияет на ледовую нагрузку. Исследование проводилось на примере гидротехнического сооружения плавучей атомной теплоэлектростанции в г. Певек. Числовое моделирование проводилось для определения коэффициента снижения ледовой нагрузки для случая, когда вертикальная стенка образована консолидированными обломками льда на наклонной конструкции. Статистическая информация по основному параметрам льда представлена в данной статье. Расчеты ледовой нагрузки проводились с использованием нескольких методов расчета. По результатам исследования сделаны общие выводы об особенностях чередования ледовых нагрузок в ледовый сезон и выводы по расчетным ледовым нагрузкам на гидротехнические сооружения в порту Певек.

### Введение

В арктических условиях ледовые нагрузки часто превышают суммарное воздействие всех других факторов окружающей среды. Таким образом, от правильности оценки ледового воздействия напрямую зависит безопасность, материоемкость и экономическая привлекательность любого арктического проекта.

В 2006 году Тимко и Кроасдейл провели исследование того, насколько могут отличаться расчеты ледовой нагрузки, сделанные специалистами по льду из разных стран и организаций [1]. Несмотря на вывод о том, что с годами расчеты ледовой нагрузки стали лучше сходиться, расчетные значения все же могут отличаться в несколько раз. Расхождения в расчетах, в первую очередь, связаны с отсутствием единой методики расчета ледовых нагрузок и различиями в проектных положениях национальных стандартов разных стран.

В настоящее время объектом исследования является вопрос точной оценки ледовой нагрузки от дрейфующего ровного льда на гидротехнические сооружения. Работа была сосредоточена на изучении изменчивости параметров дрейфующего уровня льда и ледовых нагрузок на гидротехнические сооружения в течение ледового сезона с целью определения максимальной расчетной ледовой нагрузки. Расчеты ледовой нагрузки проводились по разным методикам, чтобы сравнить сходимость результатов. Исследование проводилось на примере защитных гидротехнических сооружений плавучей атомной теплоэлектростанции в городе Певек Чукотского автономного округа России.

Что касается сравнения методов расчета льда по разным стандартам, было проведено много исследований, в том числе [3–5]. Главный вывод заключался в том, что различаются подходы к расчету и расчетные значения ледовой нагрузки. Кроме того, каждый метод расчета ледовой нагрузки имеет свои достоинства и недостатки. Рекомендовано рассчитывать ледовые нагрузки несколькими методами, чтобы уменьшить вероятность ошибок в расчетах. В одних работах отмечены недостатки российского стандарта на проектирование [6], в других — на ограничения проектных положений ISO 19906 [7]. Но ни одна из работ не дала четких рекомендаций по методике расчета оптимальной ледовой нагрузки.

Основная цель исследования заключалась в том, чтобы указать, как параметры льда и теоретические ледовые нагрузки меняются в течение ледового сезона; показать, насколько важно иметь долгосрочные данные о первом вскрытии припая и начале ледохода. Одним из основных моментов было также предоставить формулу, которая могла бы быть полезной для расчетов ледовой нагрузки и которая могла бы объединить преимущества различных подходов к проектированию.

Автономный округ, который должен быть введен в эксплуатацию в 2019 году, станет самой северной атомной электростанцией в мире. Плавучий энергоблок защищен от экстремальных внешних воздействий (морских волн и ударов льда) гидротехническими сооружениями в виде гравитационного крота L-типа, снабженного специальным причалом для размещения и отсоединения плав-блока (рисунок 1). Длина причала 210 метров. Конструкция наружной стенки родинки имеет наклонный профиль с углом наклона 45°.

### Методы исследования

Аналитические решения и численное моделирование в ANSYS использовались для исследования того, как параметры льда и нагрузки дрейфующего льда меняются в течение ледового сезона. Параметры льда рассчитывались по многолетним рядам данных, доступных в открытых метеорологических веб-источниках.



Рис. 1. Плавучая атомная тепловая электростанция в городе Певек Чукотского автономного округа России

Защитные гидротехнические сооружения плавучей электростанции «Певек» имеют наклонную переднюю кромку. Поэтому, как показано на рисунке 2, были рассмотрены два сценария воздействия ровного льда на конструкцию:

1. Когда дрейфующий ровный лед взаимодействует с наклонной стенкой и раскалывается изгибом;
2. Когда куски битого льда замерзают на наклонной стене, что заставляет дрейфующий ровный лед действовать на конструкцию, как на вертикальную стену.

#### *Расчет ледовой нагрузки на наклонную стену*

Согласно ГОСТу СП 38.13330.2018 [8] горизонтальная сила от дрейфующего ровного льда на наклонной стенке рассчитывается по формуле, МН:

$$F = k_{\beta} k_{\Phi} R_f b h t g (\beta + \arctg f) + m_h [1 + A_1 (f - 0,1) + A_2 (f - 0,1)^2] b \quad (1)$$

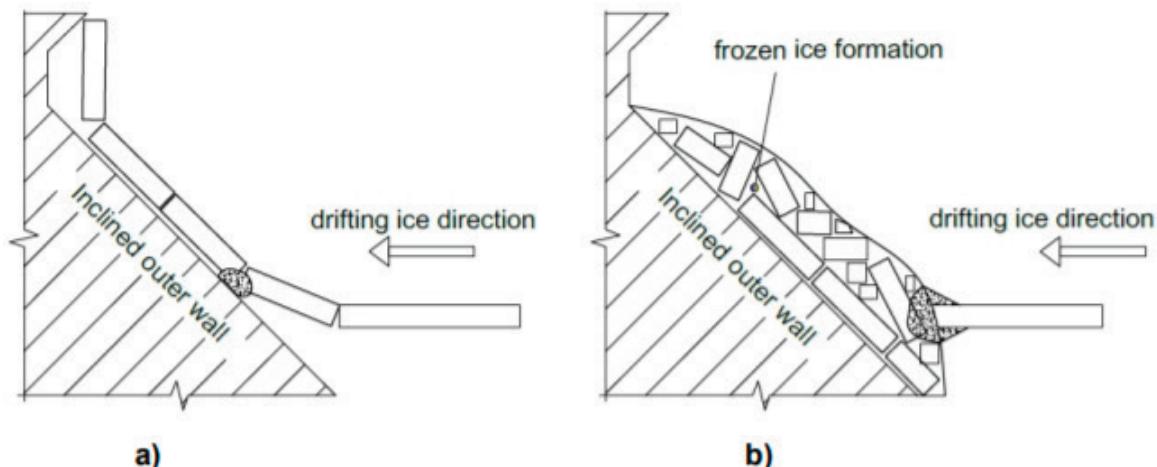


Рис. 2. Сценарии ударов ровного льда о наклонную стенку мола: а) при взрыве льда изгибание; б) при взаимодействии ровного льда с вертикальной стенкой из мерзлого льда на наклонной стене

### Расчет ледовой нагрузки на вертикальную стену

Согласно СП 38.13330.2018 сила дрейфа ровного льда на вертикальную стенку широкой конструкции рассчитывается по формуле, МН:

$$F_{c,w} = 2,2 * 10^{-3} Vh \sqrt{Ak_v R_c \rho} \quad (2)$$

При этом ледовая нагрузка, рассчитанная по (2), не должна превышать значения по формуле:

$$F_{b,w} = k_v k R_c b h \quad (3)$$

Для сравнения ледовую нагрузку можно рассчитать по формуле международного стандарта ISO 19906 [9]:

$$F = p_{eff} b h \quad (4)$$

$$p_{eff} = C_r \left( \frac{h}{h_1} \right)^n \left( \frac{b}{h} \right)^m \quad (5)$$

где  $C_r = 2,8 MPa$ ;  $n = -0,3$ ;  $m = -0,16$ .

Как известно, формула (3) СП 38.13330.2018 в некоторых случаях может давать заниженные значения ледовой нагрузки из-за не совсем корректного учета масштабного эффекта ледовой нагрузки [4]. При выводе формулы (3) обширных натурных данных о ледовых силах на протяженных сооружениях не было. В то же время формула (4) из ISO 19906 в случае отсутствия многолетнего льда дает несколько завышенные значения. В [10] представлена модифицированная формула, которая, с одной стороны, учитывает зависимость давления льда от толщины льда  $h$  и отношения  $b/h$ , с другой стороны, позволяет учесть изменчивость прочности льда в течение ледового сезона, тем самым компенсируя недостатки формул (3), (4). К. Шхинек в одной из своих работ [4] также отмечал необходимость учета этих двух положений. Формула выглядит следующим образом:

$$F = k_v \left( \frac{h}{h_1} \right)^n \left( \frac{b}{h} \right)^m \tilde{A} R_c b h \quad (6)$$

где  $m, n$  — эмпирические коэффициенты;  $\tilde{A}$  — коэффициент корреляции прочности (определяется экспериментально или на основании имеющихся натурных данных крупномасштабных измерений силы льда).

В зоне контакта конструкции со льдом ( $bh$ ) до  $30 m^2 = -0,76$ ,  $m = -0,38$ ; когда площадь контакта больше, чем  $30 m^2$  —  $n = -0,34$ ,  $m = -0,17$ . Коэффициент  $\tilde{A}$  в исследовании был взят равным  $\tilde{A} = 1,25$ . При заданном значении нагрузка по формуле (6) дает расчетные ледовые силы, сопоставимые с натурными данными замеренных ледовых нагрузок на протяженные конструкции, представленные в [11–13].

Когда вертикальная стена сделана из мерзлых ледяных блоков на наклонной стене, к формулам (3), (4), (6) следует применять понижающий коэффициент:

$$F_h = k_\beta F \quad (7)$$

В СП 38.13330.2018 коэффициент  $k_\beta$  приведен только для замороженных блоков льда на конической конструкции. Таким образом, чтобы получить значение этого коэффициента для случая наклонных протяженных конструкций, было проведено численное моделирование в ANSYS Explicit Dynamics. Использовалась численная 3D-модель, для которой были сделаны следующие допущения:

- 1) лед считался твердым телом;
- 2) рассмотрено хрупкое разрушение льда при относительно высоких скоростях его деформации. Также предполагалось, что до начала хрупкого разрушения лед под нагрузкой вел себя упруго. Для описания поведения льда под нагрузкой использовалась модель Мора–Кулона. В таблице 1 представлены характеристики численной модели льда;
- 3) хрупкое разрушение в динамике учитывалось путем удаления отдельных конечных элементов (в ANSYS метод называется Element Erosion Technique). В качестве критерия разрушения были приняты предельные основные нормальные деформации льда.
- 4) не учитывались гидростатические и гидродинамические эффекты воды.

### Результаты

Согласно исследованиям ААНИ [14], температурные аномалии имеют естественный 60-летний период колебаний (рис. 3). Очевидно, что температурные аномалии напрямую влияют на изменение параметров льда. Следовательно, можно предположить, что максимальные значения параметров льда также будут иметь восходящие и нисходящие циклы, сравнимые с колебаниями температурных аномалий.

Очевидно, что статистические ряды должны быть как можно более длинными. Но желательно минимальный срок — 50–60 лет. При отсутствии длинных статистических рядов параметров льда (толщины, направления и скорости дрейфа) их можно восстановить численным реанализом на основе гидрометеорологических данных (например, как это было сделано в [15]).

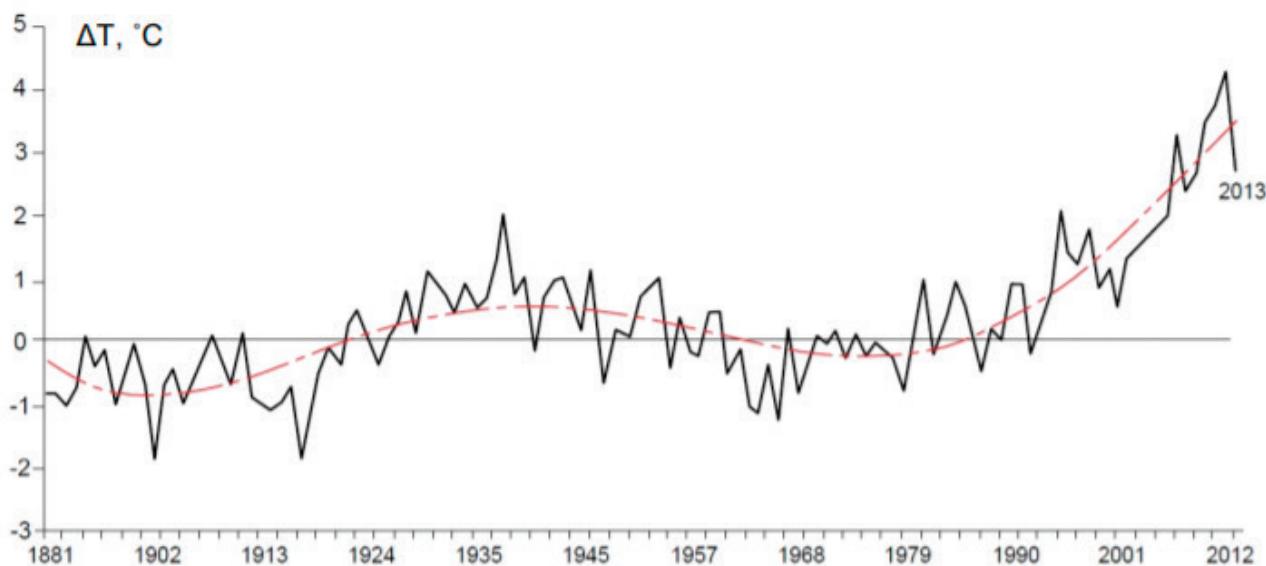


Рис. 3. График температурных аномалий в Северном регионе 70–85 с.ш. (1891–2013)

Таким образом, с учетом рекомендованной продолжительности статистических данных в 50–60 лет для порта Певек были определены параметры расчетного уровня льда с целью получения точных значений ледовой нагрузки от дрейфующего ровного льда. Также были учтены результаты экспедиции Певек-2011 с 30 апреля по 18 мая 2011 г. [16].

### **Соленость льда**

Длинный ряд статистических данных о солености льда недоступен. Во время экспедиции «Певек-2011» измеренная соленость льда находилась в диапазоне от 0,24‰ до 4,45‰ при среднем значении 3,00‰. Повышенная соленость наблюдалась, как правило, в средних слоях ледяного покрова (70–90 см), что характерно для волокнистого морского льда в период весеннего прогрева.

Расчетная толщина льда (с вероятностью превышения 1% в год) для порта Певек определялась нормальной функцией распределения вероятностей случайных величин (гауссово распределение):

$$h_{100} = h_{av} + 2,58 \cdot \sigma_h \quad (8)$$

### **Толщина снежного покрова**

Количество осадков в районе Певека небольшое. Максимальная высота снежного покрова колеблется от 10 до 100 см и значительно меняется от года к году. Средняя максимальная высота снежного покрова для многолетних наблюдений составляет 52 см.

Во время полевой экспедиции «Певек-2011» в апреле-мае 2011 г. лед оказался лишь слегка заснеженным: толщина снежного покрова варьировалась от нуля до 14 см. После метели 18 мая толщина снежного покрова увеличилась до 18 см.

### **Размеры дрейфующих льдин**

Статистические данные о размерах дрейфующих льдин в проливе Певек отсутствуют. Но с учетом относительно небольшой ширины пролива (5 км при входе в пролив с севера, 3,5 км в районе порта Певек) теоретические размеры дрейфующего льда не могут превышать 3 км в диаметре. Наиболее вероятный максимальный размер льдины составляет 1–2 км или меньше.

При определении расчетной температуры верхней кромки льда решалась задача теплообмена через двухслойную стенку (льд-снег). Теплопроводность льда была принята равной 2,25 Вт / м · град; теплопроводность снега плотностью 150–200 кг / м<sup>3</sup> (январь–февраль) — 0,15 Вт / м \* град; теплопроводность снега плотностью 200–300 кг / м<sup>3</sup> (март–апрель) — 0,20 Вт / м \* град; теплопроводность снега плотностью 300–350 кг / м<sup>3</sup> (май) — 0,30 Вт / м \* град; коэффициент теплоотдачи на границе снег–воздух — 10 Вт / м<sup>2</sup> \* град.

Расчетные значения прочности, как правило, находятся в диапазоне значений, которые обычно получают в лабораторных и промышленных испытаниях, а именно = 1–5 МПа, = 0,1–1,0 МПа [20–23].

На рис. 4 показан совместный график изменения расчетной толщины льда и средней прочности льда в течение ледового сезона с января по май, характерный для района порта Певек. Видно, что при обрушении припайного льда и начале ледохода, который статистически наблюдается в конце мая — середине июня, прочность льда составляет 20–40% от максимальной прочности льда в ледовый сезон. В апреле, видимо, кривые толщины и прочности льда пересекаются, и дрейфующий лед (если дрейф возможен в то время) может оказывать наибольшее влияние на конструкцию.

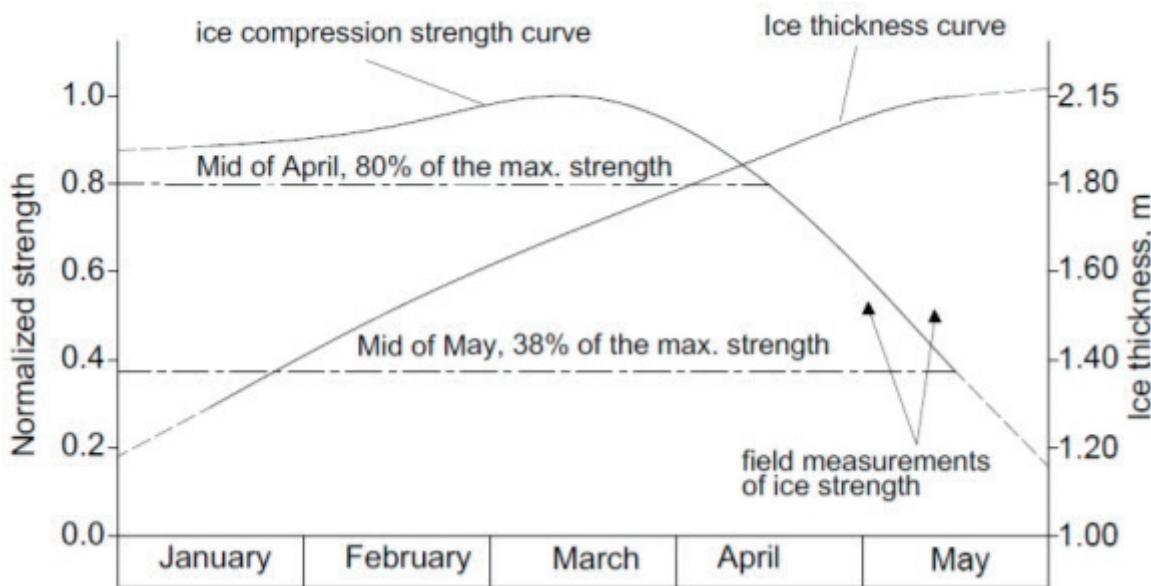


Рис. 4. Совместный график изменения толщины льда и прочности на сжатие в ледовый сезон для порта Певек

Эти наблюдения в целом совпадают с результатами исследования, проведенного специалистами Канадского арктического центра в одной из канадских арктических вод [2]. Среди основных выводов был тот факт, что прочность льда в холодные месяцы (январь–март) была относительно стабильной. Весной с повышением солнечной радиации и температуры воздуха прочность льда стала заметно снижаться. В середине мая на него приходилось около 70% прочности зимнего льда, в начале июня — 50%, до активного вскрытия припая прочность была не более 10% [24, 25].

## Выводы

1. Ледовая нагрузка на наклонную стенку от дрейфующего ровного льда относительно стабильна в течение всего ледового сезона. Рост толщины льда пропорционален падению его прочности на изгиб. Заметное снижение ледовой нагрузки ожидается только тогда, когда температура воздуха и воды поднимется выше 0°C, когда и толщина, и прочность начнут уменьшаться одновременно.

2. Ледовая нагрузка на вертикальную стену меняется в течение зимы. Для климатических условий порта Певек теоретически максимальную ледовую нагрузку можно было ожидать в марте–апреле (что следует из данных таблицы 8). Но по статистике лед не двигается до мая, когда нагрузка составляет примерно половину от максимального значения зимой. Это подтверждает справедливость положения о том, что максимальную ледовую нагрузку от дрейфующего льда следует определять для месяца первого ледохода, взятого на основе многолетних наблюдений или статистического реанализа ледовой обстановки на основе метеорологических данных (рекомендуется для не менее 50–60 лет). В противном случае завышение ледовой нагрузки может быть более чем в 2 раза.

3. Формулу (4) из ISO 19906 можно использовать для определения максимальной ледовой нагрузки только для зимних месяцев. Для теплого льда ISO 19906 даст значительно завышенные результаты.

4. При расчете ледовых нагрузок по формуле (3) (из СП 38.13330.2012) возможно некоторое занижение ледовой нагрузки на протяженные конструкции. Полевые натурные измерения и выведенная на их основе формула (6) дали значения на 10% выше (для причала длиной 210 м). Формула (6) может быть полезна для расчета ледовых нагрузок от дрейфующего ровного льда, так как она сочетает в себе преимущества двух методологий: ISO 19906 и SP 38.13330.2012.

5. В исследовании также были сделаны выводы, касающиеся ледовых нагрузок от ровного дрейфующего льда на гидротехнические сооружения плавучей атомной теплоэлектростанции Певек. В связи с тем, что территория порта Певек закрыта от обширных дрейфующих ледяных полей островами Большой и Малый Рутан, припай остается достаточно стабильным до конца мая. Следова-

тельно, наиболее вероятная максимальная ледовая нагрузка от дрейфующего ровного льда ожидается в мае 109,9 МН или 0,52 МН / м (при отсутствии дробления льда). Для обеспечения высокого уровня надежности гидротехнических сооружений расчетную нагрузку от дрейфующего льда можно принять на случай дробления льда (разрушение при сжатии), которая составляет 153,3 МН или 0,72 МН / м.

Литература:

1. Timco G., Croasdale K. How well can we predict ice loads? // Proc. 18th IAHR international Symposium on Ice. Sapporo. 2006. Pp. 456–471.
2. Timco G., Johnson M. Sea ice strength during the melt season // Proc. 16th IAHR international Symposium on Ice. Dunedin, 2002. Pp. 658–666.
3. Ким с. Д., Финагенов О.М., Уварова Т.Э. Определение ледовых нагрузок на сооружения континентального шельфа по нормам различных стран // Вести газовой науки. 2013. № 14. С. 97–103.
4. Shkhinek K., Loset S., Karna T. Global ice load dependency on structure width and ice thickness // Proc. 17th Int. Conf. on Port and Ocean Eng. under Arctic cond. Trondheim. 2003. Pp. 171–188.
5. Masterson D., de Waal J. Russian SNIP 2.06.04–82 and western global ice pressures — a comparison // Proc. 17th Int. Conf. on Port and Ocean Eng. under Arctic cond. Trondheim. 2003. Pp. 464–478.
6. Moslet P. O., Masurov M., Eide L. I. Barents 2020 RN02 — Design of Stationary Offshore Units against Ice Loads in the Barents Sea // Proceedings of the 20th IAHR Symposium on Ice. Lahti. 2010. Pp. 156–171.
7. Maattanen M., Karna T. ISO 19906 ice crushing load design extension for narrow structures // Proc. 11th Int. Conf. on Port and Ocean Eng. under Arctic cond. Montreal, 2011. Pp. 267–278.
8. СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения» (актуализированная редакция СНиП 2.06.04–82\*). Минрегион России. М.: 2012. 102 с.
9. ISO 19906 «Petroleum and natural gas industries — Arctic offshore structures». International Organization of Standardization, 1st edition. 2010. 440 p.
10. Политько В. А., Кантаржи И. Г. Анализ основных факторов, определяющих нагрузку от ровного ледового поля на вертикальные сооружения при разрушении льда // Гидротехническое строительство. 2017. № 12. С. 24–33.
11. Palmer A., Croasdale K. Arctic offshore engineering. Singapore, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2013. 320 p.
12. Jefferies M., Karna T., Loset S. Field data on the magnification of ice loads on vertical structures // Proc. 19th IAHR international Symposium on Ice. Vancouver, 2008. Pp. 236–245.
13. Karna T., Masterson D. Data for crushing formula // Proc. 21st Int. Conf. on Port and Ocean Eng. under Arctic cond. Montreal, 2011. Pp. 478–491.
14. Обзор гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане, 2013 / под. ред. И. Е. Фролова. ААНИИ. Санкт-Петербург, 2014. 119 с.
15. Левачев с. Н., Кантаржи И. Г. Исследования и проектирование портовых сооружений порта Певек //Наука и Безопасность. 2015. № 2(15). С. 17–33.
16. Технический отчет по инженерным изысканиям «Инженерно-гидрометеорологические изыскания (зимний период)». ЗАО «СевКавТИСИЗ». Краснодар, 2012. 135 с.
17. Технический отчет «Обоснование инвестиций в строительство береговых и гидротехнических сооружений для эксплуатации ПАТЭС на базе плавучего энергоблока пр. 20870». ЗАО «СевКавТИСИЗ». Краснодар, 2010. 99 с.
18. Электронное режимно-справочное пособие (ЭРСП) по гидрометеорологическому режиму Восточно-Сибирского моря. Подготовлен ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». [Электронный ресурс]. URL: <http://npsc.meteo.ru> (дата обращения: 09.11.2017).

## Увеличение выхода светлых дистиллятов при переработке высоковязких нефтей

Осипенко Александр Сергеевич, студент магистратуры;  
Васильевская Светлана Петровна, кандидат технических наук, доцент  
Оренбургский государственный университет

Статья посвящена увеличению выхода светлых дистиллятов при переработке высоковязких нефтей.

**Ключевые слова:** увеличение, переработка высоковязких нефтей.

## Increase in the yield of light distillates during processing of high-viscosity oils

Osipenko Aleksandr Sergeevich, student master's degree program;  
Vasilevskaya Svetlana Petrovna, candidate of technical sciences, associate professor  
Orenburg State University

The article is devoted to increasing the yield of light distillates in the processing of high-viscosity oils.

**Keywords:** increase, processing of high-viscosity oils.

На данный момент времени можно говорить об окончании этапа реструктурирования топливно-энергетического комплекса страны. Акционировавшиеся нефтяные компании (Юкос, ТНК, Лукойл, Сиданко, Роснефть и др.), и нефтеперерабатывающие предприятия сформировали свои структуры.

Каждая из них включена в систему конкуренции и работает над увеличением объемов нефтедобычи за счет увеличения регионов нефте-газодобычи и наращиванием скорости добычи, за счет поиска новых мест добычи, а также более совершенных и быстро окупаемых технологий на всех этапах производства.

Переработка тяжелых нефтей сопряжена с низким выходом прямого топлива при первичной перегонке нефти, в необходимости больших затрат на проведение вторичных деструктивных процессов крекинга, в образовании больших количеств остатков, не находящих рациональной традиционной схемы заводской нефтепереработки. При проведении процессов ректификации на заводских установках АВТ с двух- или трехкратным испарением выход топливных фракций НК-350°С обычно не превышает 45–50%, масляных дистиллятов — 20–25% от массы сырья [5].

Максимальный выход светлых нефтепродуктов может быть получен при гидрокрекинге. Но при этом возрастают финансовые затраты. Процесс ККФ также позволяет получить достаточно высокий выход светлых продуктов, особенно высококачественного бензина, причем со значительно меньшими затратами.

Давно известно, что строительство новых НПЗ значительно дороже реконструкции существующего НПЗ. Тем не менее, их проектируют.

Сочетание производств высококачественных нефтепродуктов, нефтехимической продукции, водорода, электроэнергии дает синергический эффект, а также дает возможность рациональной переработки тяжелой высокосернистой нефти.

Устройством, способное генерировать акустические колебания и активировать нефтяное сырье, являлся промышленный образец роторно-пульсационного акустического аппарата (РПАА) [3]. Визуализация колебаний вращающегося

диска ротора различной частоты, амплитуды и интенсивности относительно неподвижного диска статора, изготовленных из титана, позволила создать и усовершенствовать конструкцию диска РПАА (на торцах диска ротора находятся коаксиальные цилиндры с проточными каналами, при помощи которых образуют установленные ряды плохообтекаемых лопаток), чтобы достичь максимальной частоты акустических колебаний [4].

Лабораторный образец РПАА (см. рис. 1, 2) изготовлен на Казанском моторостроительном производстве.

Лабораторный РПАА оснащен рубашкой для ввода хладагента или теплоносителя (проточной водопроводной воды) с целью регулирования тепла, термопарой для контроля температурного режима активации нефтяного сырья, лабораторным автотрансформатором (ЛАТР) для регулирования числа оборотов двигателя — привода вращения диска ротора и строботахо-метром для контроля скорости вращения.

Очевидно, что роторно-пульсационный акустический аппарат обладает уникальными свойствами, а конкретнее, обладает мощным акустическим излучением. Учитывая, что это излучение, возникает за счёт колебания плоскости диска ротора, оказалось, что вся обрабатываемая жидкотекущая среда, подвергаются этому акустическому воздействию. В связи с этим увеличивается степень распада тяжелой части нефтяного сырья и гомогенизации продуктов, получаемых в аппаратах подобного типа.

В зонах пониженного давления в дисперсионной среде образуются парогазовые пузырьки, которые попав в зону повышенного давления, «мгновенно» схлопываются, т.е. время «схлопывания» этих пузырьков стремится к нулю, а, следовательно, скорость движения стенок этих пузырьков к их центру является величиной, стремящейся к бесконечности. По итогу в жидкой дисперсионной среде возникают ударные волны. Согласно кавитационной модели [1,2] разрушение частиц дисперсной фазы в дисперсионной среде происходит за счёт того, что под действием акустических колебаний в дисперсионной среде возникают зоны повышенного и пониженного давления. Согласно нашей кавитационной модели, чем больше образу-



Рис. 1. Лабораторный РПАА



Рис. 2. Узлы и составляющие РПАА

Таблица 1. Эксплуатационные характеристики РПАА

ется в результате процесса кавитации парогазовых пузырьков в дисперсионной среде, тем больше возникнет в этой среде центров «мгновенного схлопывания», увеличивается количество гидравлических ударов, где давление доходит сотен тысяч атмосфер, а температура — сотен тысяч по Кельвину. Чем больше газа (воздуха) присутствует в жидкости, тем легче, раньше и в большем объёме наступает кавитация.

#### Литература:

1. Емельянов В. Е., Крылов И. Ф. Оксигенаты — высокооктановые компоненты автомобильных бензинов: Лекция 4 // Мир нефтепродуктов.— 2005.— № 1.— С. 46–62. Маргулис М. А. Звукохимические реакции и сонолюминисценция.— М.: Химия, 1986.— 288 с.
2. Промтов М. А. Машины и аппараты с импульсными энергетическими воздействиями на обрабатываемые вещества. Учебное пособие.— М: Машиностроение-1. 2004.— 136 с.
3. Фомин В. М., Аюпов Р.Ш., Хамидуллин Р.Ф. и др. / Акустический способ обработки жидкотекущих сред в роторно-пульсационном акустическом аппарате // Патент РФ № 2288777, 10.12.2006, Бюл. №4.
4. Фомин В. М., Аюпов Р.Ш., Хамидуллин Р.Ф. и др. / Акустический способ обработки жидкотекущих сред в роторно-пульсационном акустическом аппарате для его осуществления // Патент РФ № 2354445, 2009. Бюл. № 13.

Учитывая важность изложенного, разработка научных и технических основ, дающих увеличение эффективности и надежности насосного оборудования на производствах, создание новых и модернизация старых насосных установок, разработка теоретических и технических решений, позволяющих обеспечить утилизацию газа на производстве, являются актуальными проблемами.

## Применение компьютерного зрения на КПП во время пандемии

Смыцко Михаил Владимирович, студент магистратуры  
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

*В этой статье мы разрабатываем новый метод определения условий ношения лицевых масок путем объединения сетей сверхвысокого разрешения изображений и классификации (SRCNet).*

**Ключевые слова:** распознавание лиц, сверхточная нейронная сеть, сверхвысокое разрешение изображения, состояние ношения лицевой маски.

До пандемии проблемы компьютерного зрения, связанные с замаскированными лицами, привлекали лишь ограниченное внимание со стороны научного сообщества. Для обеспечения общей безопасности во время пандемии были предложены способы отслеживания наличия защитных медицинских масок на лицах людей с помощью компьютерного зрения. Чтобы ограничить распространение болезни, обязательные правила использования маски для лица в настоящее время становятся обычным явлением в общественных местах по всему миру. Большинство государственных организаций предоставляющие услуги требуют, чтобы клиенты носили маски в соответствии с заранее определенными правилами (например, закрывали рот и нос). Данные рекомендации вызвали интерес к исследованиям автоматических методов обнаружения лицевых масок, основанных на компьютерном зрении, которые могут помочь контролировать общественное поведение и способствовать сдерживанию пандемии COVID-19. Существующие исследования в этой области привели к появлению эффективных методов обнаружения маски на лице, современные детекторы лиц обеспечивают не только наличие маски на лице, но и корректное ее расположение, закрывающее дыхательные пути. В данной статье будут проана-

лизированы методы обнаружения маски на лице, насколько технология оказывается безошибочна, получается ли определить правильное расположение маски, в соответствии требованиям и в какой степени полезны существующие методы мониторинга во время пандемии.

Одним из популярных наборов данных для обучения систем обнаружения масок является MAFA (MaskedFaces-Net), он в свою очередь был основан отчасти на наборе данных изображений Flickr-Faces-HQ (FFHQ). Набор MAFA содержит двойчные метки, указывающие, присутствуют ли маски на изображениях или нет. Как показано на рисунке 1, представленные изображения лиц в таких наборах данных обычно делятся на две группы: лица с правильно надетыми масками (отмечены зеленым) и лица с неправильно надетыми масками (отмечены красным). Так как наличие маски еще не является достаточным условием для определения корректной защиты согласной с рекомендациями.

Основные этапы подхода к редактированию изображений, применяемые для создания набора данных MaskedFace-Net представлены на рисунке 2.

Для каждого изображения лица FFHQ применяются каскадные классификаторы Хаара для обнаружения интересу-



Рис. 1. Набор фотографий от MAFA



Рис. 2. Алгоритм создания набора данных MAFA

ющей области (обнаружение прямоугольника лица). Затем детектор конкретных ключевых точек (68 лицевых ориентиров). В качестве эталонного изображения защитной маски была выбрана одноразовая синяя маска. Для наслаждения медицинской маски вручную были выделены 12 ключевых точек, образующие область маски.

На более поздних версиях алгоритма были определены четыре типа сопоставления маски с лицом для частных случаев, из которого три случая неправильного ношения маски. А именно маска, закрывающая нос, рот и подбородок (т.е. маска правильно надетая), маска, закрывающая только нос и рот; маска, закрывающая только рот и подбородок, и маска подо ртом. Для каждого типа сопоставления маски с лицом сохраняется подмножество из 12 ключевых точек лица из 68 автоматически обнаруженных ориентиров; затем сопоставлены с 12 ключевыми точками маски. Таким образом, маска может соответствовать определенным участкам лица для каждого частного случая. Следовательно, для создания MaskedFace-Net была создана деформируемая модель «маска на лице». Более того, каждый частный случай может иметь до 2 ключевых точек маски (среди 12 ключевых точек), местоположения которых случайным образом смешены по ограниченному периметру. В частности, этот допуск позволяет воздействовать на высоту маски на лице, который позволяет генерировать более реалистичные случаи ношения маски, приближая набор данных к реальности. Таким образом, MaskedFace-Net также содержит большое количество позиционируемых масок. Наконец, преобразование гомографии, основанное на заданном двухточечном соответствии ориентиров между изображением маски и изображением лица, применяется для отображения пикселей маски на целевые области лица.

При использовании ручной фильтрации были удалены изображений лиц, маска которых была неправильно отображена из-за неудачного обнаружения ориентира. Ошибочное обнаружение ориентира происходит, когда видимость контуров лица ограничена (например, для лиц расположенных в профиль). Тем не менее, обнаружение и редактирование изображений, связанных с лицами, применяемые к набору данных FFHQ, оказались очень эффективными, поскольку более 95% изображений

FFHQ использовались для создания классов замаскированных лиц. В частности, некоторые лица FFHQ не были обработаны, поскольку из-за окклюзии лица (например, руки) обнаружение лица не удалось (прямоугольник лица был не обнаружен).

За последнее время было опубликовано множество решений для обнаружения изображений лиц с масками. Одним из детекторов лиц является RetinaFace, данная система использует небольшую эффективную сверхточную нейронную сеть MobileNet и может определять замаскированные лица, основная (высокоточная) модель использует магистраль ResNet. Модель тестируется на выбранных подмножествах из наборов данных MAFA и Wider Face.

Один из подходов для классификации ношения лицевых масок SRCNet. Подход включает в себя модель сверхвысокого разрешения изображения, которая позволяет обрабатывать лица с низким разрешением, и сеть классификации, которая предсказывает, замаскированы ли лица, без масок или если маски надеты неправильно. Сообщается, что точность предложенной модели составляет 98%. Но данный метод эффективно решает проблему, исключительно на лицах с низким разрешением.

За последнее десятилетие технология обнаружение лиц достигла значительного прогресса, в основном благодаря достижениям в области глубокого обучения и сверхточных нейронных сетей (CNN). В результате большинство существующих современных методов обнаружения лиц (SOTA) основаны на CNN и сегодня способны эффективно обнаруживать лица со сложными характеристиками и вариабельностью по позе, масштабу, освещению, от низкокачественных данных и при наличии различных других мешающих факторов. Хотя обнаружение лиц изучается для лиц с различными окклюзиями, не было проведено достаточное количество исследований, посвященных изучению характеристик обнаружения конкретно с маскированными лицами. Также целесообразно разработать алгоритм, который мог бы различать различные типы защитных масок для лица. Существующие методы достаточно хорошо себя проявили на автоматизированных контрольно-пропускных пунктах, где лицо человека фиксируется камерой на определенном установленном расстоянии и угле поворота.

**Литература:**

1. Mathematical Modeling of the Effectiveness of Facemasks in Reducing the Spread of Novel Influenza A / S. M. Tracht.— Текст: электронный // PLOS ONE: [сайт].— URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0009018> (дата обращения: 05.06.2021).
2. Sim, S. W. The use of facemasks to prevent respiratory infection: a literature review in the context of the Health Belief Model / S. W. Sim.— Текст: электронный // PMC: [сайт].— URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4293989/> (дата обращения: 05.06.2021).
3. Joint Face Detection and Alignment Using Multitask Cascaded Convolutional Networks / K. Zhang.— Текст: электронный // IEEE Xplore: [сайт].— URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7553523> (дата обращения: 05.06.2021).
4. Thomas, R. Fractional Bat and Multi-Kernel-Based Spherical SVM for Low Resolution Face Recognition / R. Thomas.— Текст: электронный // World Scientific: [сайт].— URL: <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0218001417560146> (дата обращения: 05.06.2021).
5. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications / A. G. Howard.— Текст: электронный // Cornell University: [сайт].— URL: <https://arxiv.org/abs/1704.04861> (дата обращения: 05.06.2021).

# АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

## Принципы формирования многофункциональных территорий и комплексов

Александрова Анастасия Владимировна, студент магистратуры

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

В данной статье автором рассматриваются принципы и особенности формирования многофункциональных территорий и комплексов. В связи с увеличением численности населения обострилась проблема перегруженности центральной части крупных городов, которая может быть решена строительством полифункциональной недвижимости.

**Ключевые слова:** многофункциональный комплекс, полифункциональная недвижимость, многофункциональная территория, многофункциональное строительство.

**П**овышение многофункциональности городских территорий является одним из основных приоритетов стратегии пространственного развития города Екатеринбурга на период до 2030 года. Местность выступает в роли ограниченного и самого ценного источника развития города, предполагающего целесообразное и качественное использование.

В ходе устойчивого формирования многофункциональной местности Екатеринбурга выдвигаются следующие принципы.

Первый принцип: смешанное развитие территорий. Разнородное формирование местности подразумевает совокупность функций, способствующих привлечению жителей. Такое формирование территорий может быть реализовано на уровне здания, комплекса зданий или квартала. При этом возможно привлечение не только частных или бюджетных экономических вложений, но и использование государственно-частного партнёрства. Так в Екатеринбурге реализуется проект с использованием муниципально-частного партнёрства, проект комплексного освоения территорий микрорайона «Академический» с участием строительной корпорации ОАО «Ренова Строй Групп», ОАО Сбербанк России совместно с Правительством Свердловской области, «Муниципальным образованием город Екатеринбург» [1, с. 103].

Второй принцип: полицентрическое развитие города. Благодаря полифункциональной застройке в отдалённых от центра районах можно образовать структуры, которые могут функционировать самостоятельно. Образованные по принципу полицентрическости объекты дадут возможность удовлетворить нужды жителей в месте, где они проживают. Функционирующие самостоятельно структуры, кроме того, подразумевают ресурсообеспеченность любого компонента местности. В роли данных ресурсов выступает городская инфраструктура, которая должна быть надлежащих размеров для данных компонентов [5, с. 232].

Третий принцип: синергия функций многофункционального проекта. Синергия является довольно современным понятием. Она представляет из себя связь нескольких элементов, в резуль-

тате которой эффект от их взаимодействия может усилиться в несколько раз [3, с. 6]. Важной характерной чертой при проектировании МФК служит формирование синергетического эффекта. Для клиентов синергия функций является главной причиной посещения МФК это так же является одной из причин выбора девелоперами данного направления строительства.

С целью повышения производительности эксплуатации местности необходимо создавать общую концепцию взаимосвязи функций. При таком взаимодействии возможно сочетание следующий видов недвижимости: жилая, офисная, торговая, развлекательная, складская, гостиничная.

Совокупность разных функций в условиях сложившейся застройки можно наблюдать в постройках прошлого столетия, значимая часть которых находилась в столицах России. Многофункциональность использования прослеживалась в таких объектах как гостиница «Пассаж» в Одессе. В данном историческом памятнике совмещались различные советские учреждения, магазины и гостиница. Так же ярким примером могут служить гостиничные дворы, сочетающие в себе торговлю, складские помещения и места для проживания и хранения транспорта.

На сегодняшний день во множестве крупных населённых пунктах, в особенности в центре города, можно обнаружить нехватку свободной от застройки местности при существенном росте цены участка и квадратного метра. В связи этого рассматриваются и проектируются проекты с совмещением различных функций для эффективного использования территории. Многоцелевое строительство в данной обстановке положительно отразиться на качестве жизни населения создав комфорт удобство в досягаемости.

Формирование многофункциональных комплексов обладает следующими достоинствами перед монофункциональными проектами:

- рациональное освоение городской местности в условиях сложившейся плотной застройки;

- концентрация большого количества общественных функций на одной территории способствует целесообразному формированию градостроительной политики населенных пунктов;
- снижение расходов на строительные материалы вследствие значительных объёмов проекта;
- уменьшение расходов на эксплуатацию в сравнении с объектами различных функций в комплексе за счёт наиболее эффективного использования;
- сочетание нескольких функций в одном месте способствует увеличению трафика потенциальных посетителей;
- диверсификация рисков при строительстве многофункциональных комплексов является одним из самых результативных методов привлечения инвесторов [2, с. 26].

Особенность многофункциональных комплексов в том, что они сопряжены с более тщательной проработкой проекта и предпроектного анализа для выявления максимального успеха включаемых разновидностей недвижимости. Наибольшее распространение такие объекты получили в Москве и других крупных городах создавая позитивное впечатление населения. Тем не менее, во время разработки полифункциональных проектов возникают следующие трудности, требующие серьёзного подхода при их урегулировании:

- особое внимание нужно уделять мониторингу рыночной ситуации во время проектирования и строительства объекта для принятия во внимание потенциальных перемен, которые возможно будет учесть при формировании концепции проекта;
- от наличия тех или иных функциональных составляющих зависит будущий комфорт населения, поэтому наиболее рациональным следует рассмотреть включение отсутствующих в данной местности требуемых функций;
- при создании таких масштабных объектов особое внимание нужно уделять проработке объемно-планировочной структуры здания для разведения различных потоков потребителей для их максимального комфорта. Владельцы жилой недвижимости должны в наименьшей степени встречаться с сотрудниками офисного или торгового сегмента. При центральном размещении многофункционального комплекса одним из действенных вариантом является может служить разбивка парковочных мест посетителей коммерческой части и владельцев квартир (этого можно добиться разделением въездных путей);
- в целях стабильности спроса функций в дальнейшем периоде эксплуатации объекта следует заниматься стратегическим планированием позволяющим достигать поставленных целей;

#### Литература:

1. Батыршина Э. Р. Развитие муниципально-частного партнерства (на примере Екатеринбурга) //Молодой учёный.— 2019.— № . 19.— С. 102–105.
2. Добрышева Н. К. Генеральное проектирование многофункциональных объектов //Вестник науки.— 2020.— Т. 4.— № . 3.— С. 25–28.
3. Егорова Н. Е., Тумина Т. А., Перлова Е. В. Методические основы оценки анализа синергетических эффектов при сочетании различных сегментов недвижимости МФК //Транспортное дело России.— 2009.— № . 7.— С. 5–7.
4. Кузьмичева И. Г., Ишутин А. А., Шлеенко А. В. Экспертиза местоположения объектов недвижимости //Молодежь и наука: шаг к успеху.— 2017.— С. 51–54.

– для поддержания высокого качества функционирования объекта требуется ещё на стадии проектирования предусмотреть расходы на его эксплуатацию и эффективное управление.

Характеристика местоположения размещения будущего многофункционального комплекса является одним из основным факторов при выборе сочетающих в себе функциональных назначений. данным параметр не только влияет на посещаемость объекта, но и на перспективу его усовершенствования. Специалисты по недвижимости так же отмечают, что именно местоположение образует клиентский поток за счёт высокой транспортной доступности и окружающей инфраструктуры [4, с. 52]. Помимо этого, размер участка должен быть достаточно не только для размещения планируемого комплекса недвижимости, но и позволять создать комфортную городскую среду.

Наиболее благоприятному развитию концепции будущего многофункционального объекта предшествуют три подхода:

– градостроительный подход: максимальное использование возможного пространства как горизонтально, так и вертикально включая подземное освоение (наиболее частый случай — подземная парковка). На небольшом участке при вертикальном подходе размещения функций можно создать эффективное сочетание разных сфер услуг: культурное и рекреационное обслуживание, торговля, общественное питание, транспорт;

– социальный подход: создание проекта с продуманной концепцией жизни разных групп населения для удобства посетителей (благодаря минимизации времени перемещения и возможности совмещения требуемых функций) и увеличения клиентского потока. Необходимость дополнительных функций так же определяется портретом потребителей многофункционального комплекса (для людей старшего возраста необходимы оздоровительные учреждения, для больших семей требуется широко развитая инфраструктура);

– архитектурный подход: связан с экономической состоятельностью потенциальных потребителей. Их статус влияет на формирование архитектурно-планировочных решений как жилья (площадь помещений), так и всего комплекса в целом. Помимо этого, архитектурный облик зависит от сложившейся окружающей архитектуры.

В силу того, что многофункциональный объект разрабатывается для большого количества посетителей, необходимо обеспечить их не только комфортом времепровождением, но и безопасностью. Важна качественная работа и рациональность решений по размещению объектов на земельном участке.

5. Попов Р. А. и др. Организационно-Экономические Аспекты Полицентрической Модели Крупного Города //Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика.— 2015.— № . 2 (160).— С. 231–234.

## Предпосылки объединения офисной и жилой недвижимости

Александрова Анастасия Владимировна, студент магистратуры

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

*В данной статье автором рассматриваются предпосылки объединения офисной и жилой недвижимости. Сформулированы экономические, социальные, градостроительные и экологические тенденции, которые повлекли за собой сближение офисной и жилой функции.*

**Ключевые слова:** многофункциональное строительство, офисно-жилая недвижимость.

Существенный прогресс в технологиях достаточно серьезно влияет на увеличение количества городов, которые преобразовываются для максимального комфорта населения. В настоящее время происходит совмещение нескольких функций в застройках. Чтобы максимально эффективно использовать территорию города, возникла серьезная необходимость совмещения деловой и жилой функции. Такие тенденции развития связаны со значительным увеличением городов, концентрацией в них социальной и экономической деятельности государств.

Тенденции реализации офисно-жилых вариантов постройки условно можно разделить на социальные, градостроительные, экологические и экономические.

Под экономическими предпосылками предполагается значительное увеличение значимости постройки для экономического развития, в частности это связано с информационно-технологическим прорывом. Главный критерий экономики информационно-технологической революции — это высокий интеллект общества. Тенденция развития заключается в том, что интеллектуально-сервисная сфера деятельности должна постепенно занять лидирующие позиции, существенного обогнав обслуживающий класс [4, с. 92].

Постиндустриальная экономика ориентируется не на рабочую силу, как это происходило раньше, а на формирование ценных и потенциально выгодных идей. Таким образом, ключевым товаром в постиндустриальном обществе становится интеллект, гибкое мышление и хорошие идеи. Но данный процесс создания идей нестабилен. При правильной организации работы над идеей, она вскоре сможет стать полноценным товаром, который будет приносить прибыль. Многие ученые считают, что ближайшее будущее точно будет находиться за теми городами, которые самостоятельно создают все необходимые ресурсы для существования. При таком устройстве существенно снижается потребность в природных ресурсах, так как город сам себя будет обеспечивать всем необходимым. Чтобы достичь такого уровня постиндустриального города важно популяризировать интеллектуальную деятельность, обращать внимание на творческие усилия, правильно выбирать проект для инвестиций [2, с. 308].

В современном мире происходит достаточно быстрое распространение деятельности на расстоянии. Данный аспект характеризуется существенным увеличением значения элек-

тронных денег в жизни человека, общества, города в целом. За счет того, что происходит серьезное развитие интернета и альтернативных коммуникационных сетей, общество идет к отказу от физического воплощения мест для обслуживания клиентов. Такая работа позволяет создавать предприятия, где потенциальные партнеры будут взаимодействовать без необходимости встреч и переговоров.

Кроме этого, происходит прогресс инновационного и творческого блоков экономики. В ближайшем будущем основным источником экономического развития будут города, где большое количество ресурсов используется для творческой и технологически-прорывной индустрии. На сегодняшний день высока доля использования таких услуг как: дизайн, интеллектуальная деятельность, реклама. Именно подобное будущее самое вероятное, где будет развиваться индустрия качественных товаров.

С начала XIX века происходит существенное укрепление бизнес-индустрии. Небольшая фирма более склонна до адаптации к неожиданным условиям. Большинство малых предприятий ориентируются на небольшую группу потребителей. При этом максимально удовлетворяя их требования, в то время, когда большие корпорации рассматривают возможность охвата большой аудитории [1, с. 88].

Если рассматривать социальный аспект, то к нему относится индивидуализация труда. В усилениях малого бизнеса у компаний возникают собственные уникальные цели. Если раньше успех человека зависел от должности, заработной платы, то вскоре основополагающими критериями успешной жизни становятся индивидуальные качества человека. Происходит существенное увеличение населения со свободной занятостью [3, с. 4].

Психологическая сторона предусматривает совершенно новое представление человека о соотношении личного времени и рабочего:

- значительная часть работающего населения уже предпочтитают выбирать профессию, где предусматривается возможность гибкого графика;
- за счет гибкого графика, человек рационально распределяет время на работу и личную жизнь, соответственно, это позволяет намного больше времени уделять родным и близким;
- важным критерием служит путь до места работы. Население не желает тратить внушительное количество времени на

дорогу к месту приложения труда, и обратно до места жительства, это не только тратит много времени, но и ресурсов.

Очень важно, чтобы среди работ для фрилансеров были либо совместные проекты, либо работа в социальной среде для психологического здоровья работников.

Градостроительные предпосылки связаны с необходимостью поиска форм организации городского пространства, соответствующих реалиям и приоритетам постиндустриального общества.

В время тщательного исследования городских пространств можно условно выделить три значимых функционала городских объектов:

- плотность;
- смешивание функций (объединение, интеграция, совмещение разных видов деятельности для экономии времени);
- образ (демонстрирующий культурное развитие города, его уникальность на фоне остальных городов, характерные черты).

Экологические факторы способствуют кардинальной переоценке значимости природных ресурсов для современного

постиндустриального общества. Достаточно заметное уменьшение выбросов загрязнений в атмосферу возможно благодаря сокращению транспортной активности.

В современном мире возрастает важность существенной оптимизации энергетических ресурсов, которые используются для зданий. Большие офисные здания постоянно тратят электроэнергию, при том, что эффективность работы составляет не более 40% (зависит от количества рабочих часов сотрудников компании в сутках). В остальное же время здание пустует. Однако для функционирования защитных систем, освещения и отопления все равно приходится питать здание энергией. Если же рассматривать сектор, где происходит совмещение жилого здания и офисного, то можно заметить, как полноценное функционирование будет происходить круглогодично. В данном случае будет отсутствовать время, когда здание пустует.

В заключение стоит отметить, что совмещение жилой, деловой и общественной функций позволяет создавать пространственные структуры, обладающие высокой адаптивностью к неблагоприятным условиям окружающей городской среды.

#### Литература:

1. Быкова Н.Н. Роль малого бизнеса в экономике России //Социальная ответственность бизнеса.— 2014.— С. 86–91.
2. Гладкий А. В. Развитие крупных городов и агломераций в современных условиях //современные проблемы регионального развития.— 2018.— С. 307–310.
3. Колосова О. Г. Индивидуализация-современный тренд в оплате труда //Мотивация и оплата труда.— 2018.— № . 1.— С. 2–9.
4. Литвиненко И. Л. Интеллектуальные ресурсы-национальной экономике //Интеллектуальные ресурсы-региональному развитию.— 2015.— № . 1.— С. 89–96.

## Проблемы, замедляющие внедрение волокнистых композиционных материалов в строительстве

Хуторная Валентина Олеговна, студент магистратуры;

Тилинин Юрий Иванович, кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

## Problems slowing down the introduction of fiber composite materials in construction

Khutornaya Valentina Olegovna, student master's degree program;  
Tilinin Yuri Ivanovich, candidate of technical sciences, associate professor  
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (St. Petersburg)

**Н**ет никаких сомнений в том, что композитные материалы превосходят многие традиционные материалы по своим характеристикам. Однако, внедрение волокнистых композиционных материалов в строительную отрасль до настоящего времени проходило медленно. Ниже обсуждаются возможные проблемы, с которыми это связано, а именно, вопросы стоимости, конструктивных характеристик, долговечности, а также экологичности.

### 1. Стоимость

Стоимость можно рассматривать с точки зрения краткосрочных затрат, таких как проектирование, строительство и установка и долгосрочные затраты, такие как техническое обслуживание, модификация, демонтаж и утилизация. Их можно далее сгруппировать в прямые затраты, такие как материалы и производство, и косвенные затраты, такие как перебои в дви-

жении транспорта, амортизация, стоимость при перепродаже и влияние на окружение.

## 2. Краткосрочные затраты на волокнистые композиты

В настоящее время волокнистые композитные материалы относительно дороги по сравнению с обычными строительными материалами по первоначальной стоимости. Есть ряд факторов, способствующих высокой стоимости композитных материалов:

- высокая стоимость сырья;
- высокая стоимость переработки;
- зачастую использование импортных материалов;
- всеобщее признание высоких цен на рынках таких как морские и аэрокосмические;
- периодическая низкая доступность материалов.

В соответствии с развитием других применений композитов, таких как спортивное оборудование, некоторые исследователи считают вполне вероятным, что объем производства увеличится в результате использования волокнистых композитов в гражданском строительстве, что приведет к снижению стоимости материалов [1].

Однако на местном уровне это может быть оптимистичный прогноз, поскольку большая часть волокнистых композитных материалов импортируются и поэтому зависят от ряда международных экономических переменных, таких как:

- колебания производственных затрат за рубежом;
- транспортные и импортные расходы;
- колебания обменного курса между странами

## 3. Стоимость изготовления

Помимо относительно высоких материальных затрат, краткосрочная стоимость материалов из стеклопластика зависит от изготовления. Большинство технологий производства волоконных композитов изначально были разработаны для авиационной, морской и / или автомобильной промышленности. Строительная отрасль очень отличается от них, поскольку конструкторы, как правило, занимаются проектированием и строительством довольно масштабных сооружений. Кроме того, спецификации дизайна обычно различаются от проекта к проекту. В результате большинство строительных проектов, как правило, являются «разовыми» работами. Эта ситуация контрастирует с обрабатывающим производством, где распространено массовое производство одного конструкторского решения. Как результат, дизайн и методы производства, которые очень успешны в промышленности, часто нежизнеспособна в гражданском строительстве.

Некоторые краткосрочные затраты могут снизиться при использовании легких, модульных компонентов. Меньший вес может привести к уменьшению затрат на транспортировку и использование кранового оборудования. Меньший собственный вес требует меньшего и более легкого основания, а также более легкого строительного оборудования.

## 4. Расчет стоимости волокнистых композиционных материалов

Методы, используемые для расчета стоимости проектов гражданской инфраструктуры, могут варьироваться от проекта к проекту в зависимости от индивидуальных обстоятельств. Часто стороны с финансовыми интересами в строительных проектах будут основывать решения на первоначальной стоимости конструкции. Это происходит в первую очередь из-за ограничений бюджета. Два метода учитывают большинство критических проблем в применении композитов в гражданском строительстве.

Первый использует процесс аналитической иерархии для обеспечения различных уровней

фокусировки для оценки вариантов потребностей проекта, управления, производства и технического обслуживания. Однако этот метод не позволяет сравнивать материальные и нематериальные факторы, такие как влияние на удобства, или анализ затрат / выгод вариантов, что важно для реалистичной оценки композитных материалов.

Второй подход известен как подход «Whole Of Life» (WOL) [1], который основан на оценке стоимости жизненного цикла. Стоимость жизненного цикла представляется более полной и включает первоначальную стоимость, техническое обслуживание, стоимость, эксплуатационные расходы, затраты на замену и ремонт, затраты на вывод из эксплуатации и утилизацию и другие расходы, такие как налоги, амортизация и дополнительные управленческие расходы. Стоимость определяется исходя из ожидаемого срока службы здания. Этот метод можно использовать для сравнения с экономической точки зрения преимуществ новых и существующих материалов в конструкциях, которые спроектированы в соответствии с одинаковыми критериями эффективности, такими как минимальный срок службы, прочность и жесткость.

## 5. Перспектива

Некоторые волокнистые композитные материалы могут быть предпочтительнее, чем традиционные строительные материалы, поскольку экологическая устойчивость становится все более важной в долгосрочной перспективе. Вполне вероятно, что выбор материала станет более целенаправленным по экологическим вопросам, таким как сокращение использования невозобновляемых природных ресурсов и потребляемой энергии.

Эта тенденция к усилению экологической ответственности за материалы уже существует в других отраслях. Например, европейский автопром принимает меры для принятия системы «от колыбели до могилы» (cradle to the grave) (или «от колыбели до колыбели» (cradle to the cradle), если материалы переработаны) философия использования материалов [3]. Каждый из традиционных строительных материалов обладает некоторыми характеристиками, но ни один из них не обладает всеми. Конечной целью было бы разработать материал, который не только отвечает основным требованиям строительных материалов, но и характеристиками экологически устойчивого материала. Композиционные материалы могут предложить ре-

шение. Их уникальная адаптируемость позволяет использовать практически любую комбинацию свойств, но стоимость такой универсальности высока. Однако гораздо большее беспокойство вызывает то, что нынешний ассортимент материалов нельзя считать экологичным.

Например, производство армирующие волокон, таких как стекло, углерод и арамид, требуют огромного количества энергии и, в случае со стеклом, получают его из невозобновляемых ресурсов. Смолы более экологичны, чем такие материалы, как металл, потому что они получены из побочных продуктов нефтяной промышленности. Тем не менее сама нефтяная промышленность не является экологичной. Точно так же некоторые наполнители получают из отходов угольных электростанций; это

промышленность не может быть экологичной в долгосрочной перспективе из-за осведомленности общественности о загрязнении и несмотря на огромные запасы угля.

Особенностью композитных материалов является их способность сочетать два и более основных составляющих для производства сыпучего материала с характеристиками, лучшими по сравнению с исходными материалами. Это может по-

зволить изготавливать подходящий строительный материал из основных материалов, которые являются более экологически чистыми. Биокомпозиты, или биоволокна, не новость. Натуральные волокна, такие как лен, хлопок, конопля и солома, использовались в качестве армирующих материалов долгие годы. С другой стороны, натуральные материалы могут представлять большую проблему. Небольшое количество продуктов из натуральных смол все же доступны. Например, каучук, растительная смола и клей животного происхождения. Однако им обычно не хватает технологических и эксплуатационных характеристики, востребованных в смоле. Это не означает, что усилия, затраченные на разработку современного волокнистого композита, технологии тратятся зря. Напротив, крайне важно будет облегчить внедрение технологий биокомпозитов в будущем.

К тому времени, когда натуральные материалы и связанные с ними методы дизайна станут достаточно зрелыми чтобы обеспечить их широкое использование, вопросы, связанные с устойчивостью строительных материалов, вероятно, станут первостепенными при выборе материала. Совпадение этих трех факторов позволит увидеть явное преимущество природных композитных материалов перед традиционными материалами.

#### Литература:

- Хастак М., Халпин Д., 2000 г. «Оценка выгод и затрат жизненного цикла композитов в строительстве» август, ASCE, США
- Увес М., 2000 Лабораторные и полевые испытания композитной мостовой надстройки», Журнал композитов для строительства, том 4 № 3, август, ASCE, США
- Уивер, А., 1999, «Композитные материалы: Мировые рынки и возможности», Карс, А., 1997, «Щелочно-кремнеземная реакция», Австралия

## Влияние графического изображения на восприятие текста

Шашлова Светлана Александровна, студент магистратуры  
Московский городской педагогический университет

**В**о времена, когда еще не была изобретена письменность, для древнего человека существовала необходимость хранения и передачи информации. Начиная с эпохи палеолита с целью реализации такой потребности люди стали использовать наскальные рисунки. Причем такие рисунки претерпевали различные изменения с течением времени. Их упрощали, стилизовали, усложняли, например, нарисованные коты могли быть размером с рядом стоящую женщину, что говорило об их величии. Изображая человека, не прорисовывали каждую мышцу на теле или волосинку на голове, а получался силуэт, который при всей своей упрощенности все равно давал понять, что это не собака или гора, а именно человек. Но вот как передать по-томкам информацию о том, что этот человек царь Ахирям?

С целью решения такой проблемы на подмогу рисункам пришла письменность, но графические изображения не исчезли, а стали отличным функциональным дополнением.

Еще со школы нас учат «читать» изображения. Наверняка все помнят разбор картины Алексея Саврасова «Грачи приле-

тели», где изображены птицы-первые вестники весны, голые ветви, таящий снег. Несмотря на все серые оттенки картины, она наводит на мысли о приближающейся весне, мы понимаем, что хотел сказать автор, какое настроение он хотел передать.

Можно смело заявить, что с течением времени роль графических изображений, сопровождающих тексты, стремительно возрастает. Еще десятилетие назад иллюстрации, схемы, фотографии использовались в основном в книгах, учебниках, журналах и прочей печатной продукции. Что же касалось, например, сайтов в сети интернет с какой-либо информацией, то большинство из них выглядели как непрерывный текст, в лучшем случае разделенный на абзацы.

Если же посмотреть на современные сайты, например, на сайты онлайн-журналов, то будет видна колossalная разница. Визуально грамотные, понятные, читабельные и просто приятные для глаза.

С появлением и стремительным развитием социальных сетей роль визуального контента резко возросла. Достаточно

просто вспомнить какие картинки загружались на первые телефоны, какие фотографии выкладывали пользователи в социальные сети, да и интерфейс всех этих социальных сетей был далек от совершенства. [1]

Но мир интернета и визуального контента так стремительно развивается, что уже сегодня человеку больше не хочется смотреть на некачественные и некрасивые картинки. Появляются новые профессии, например, «дизайнер ленты Инстаграм», «мейкер историй», «videомонтажер роликов в ТикТок». Все государственные структуры имеют свои сайты, выполненные в едином стиле, депутаты и мэры общаются с людьми через Инстаграм, крупные и мелкие средства массовой информации вешают также через социальные сети, создавая качественную визуальную составляющую, без которой конкурировать на рынке уже практически невозможно.

Согласно исследованию, проведенном SSRN (Social Science Research Network) (электронным ресурсом научных публикаций по темам гуманитарных и социологических дисциплин) в 2011 году, 65% людей «визуалы», и для нормального восприятия информации им необходимо видеть, о чем идет речь.

Также, согласно исследованию Speed of processing in the human visual system, мозгу нужно всего 150 миллисекунд для того, чтобы обработать изображение. Можно сделать вывод, что иллюстрации, схемы и иконки не заменят текст, но комбинируя их, можно ускорить и облегчить обработку информации пользователем.

Сложно представить детские книги без иллюстраций. Можно смело предположить, что наше воображение уже во взрослом возрасте формировалось как раз с участием тех самых картинок, которые мы когда-либо видели в детстве.

Также можно отметить, когда человек, например, не настроен читать текст, он листает страницы журнала или книги, разглядывая картинки или фотографии. Текст и изображения могут существовать друг без друга, но появляясь на страницах вместе, они обеспечивают человеку более комфортное чтение, повышают интерес читателя, помогают мозгу быстрее обработать информацию.

#### Литература:

1. Абдеев, Р.Ф. Философия информационной цивилизации. / Редакторы: Е. С. Ивашина, В. Г. Деткова.— М.: ВЛАДОС, 1994.— С. 335–336.
2. Пилюгин Р. В., Семенова Е. А. Промышленный дизайн упаковка \ Р. В. Пилюгин, Е. А. Семенова\| Дизайн. Пространство. Архитектура Материалы Международной научно-практической конференции.— Уфа: УГНТУ, 2016. С. 239–244.
3. Концепция движения Москвы к информационному обществу // Институт развития информационного общества. // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.iis.ru/moscow/infosoc/concept.ru.html> (Дата обращения: 12.11.2020).

Ярким примером восприятия визуальной информации человеком являются комиксы. Только в данном случае иллюстрации пошли дальше и почти вытеснили текст, заменяя все, что мог написать автор рисунками.

Все это связано с тем, что наиболее эффективным способом восприятия информации современным обществом стало визуальное [2]. Переход на дистанционное обучение, изучение языков с помощью приложений и картинок, развитие телевидения, интернета и прочих видео- и фоторесурсов, с помощью которых человек получает информацию вполне комфортным способом.

Современное общество, начиная от самых младших поколений и заканчивая даже пожилыми, уже адаптировалось к восприятию информации в первую очередь глазами. [3]

Подводя итог можно определить основные функции визуальной составляющей на восприятие текста. В первую очередь схемы, иллюстрации, картинки, фотографии поясняют сопровождаемый текст. Далее изображения помогают более полно раскрывать смысл текста, а также способствуют его правильному толкованию. Визуальные элементы помогают сделать текст более универсальным. Взять те же самые комиксы, если даже читатель, не зная английского языка возьмет такое произведение, то все равно сможет проследить общую сюжетную линию. То же самое возможно и с иллюстрациями в книгах, с картинками на сайте, фотографиями в социальной сети. Посещая личную страницу художника, который публикует свои работы, мозг человека за доли секунды способен обработать несколько десятков фотографий и сделать вывод о роде деятельности этого человека. Вы никогда не подумаете, что он инженер или велосипедист, ведь подсознание уже смогло «прочитать» информацию и сделать вполне верный вывод.

Графическое изображение всегда напрямую зависит от текста, например, было бы странно, если бы статью о миграции птиц сопровождали бы схемы строения человека. То есть можно обозначить главную цель изображений — дополнить имеющийся текст и сделать его более понятным.

# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 24 (366) / 2021

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова

Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова

Художник Е. А. Шишков

Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянин, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Номер подписан в печать 23.06.2021. Дата выхода в свет: 30.06.2021.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.