

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



18
2023
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 18 (465) / 2023

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хусниддин Олгинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)
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)
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
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
Рахонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)
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 Максutowич, 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)
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман 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 Култур-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)
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)
Нагервадзе 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)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Султанова Дилшоода 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 изображена *Сухарева Груня Ефимовна* (1891–1981), советский психиатр, основоположник детской психиатрии в СССР. Известна первым в научной литературе описанием симптомов детского аутизма. Заслуженный деятель науки РСФСР.

Родилась Груня Ефимовна Сухарева в Киеве.

В 1915 году она окончила медицинское отделение Киевских высших женских курсов, после чего в течение двух лет работала врачом эпидемиологического отряда. В 1917 году она стала ординатором в Киевской психиатрической больнице, а затем там же работала врачом, одновременно исполняя обязанности ассистента и заведующей секцией дефектологии во врачебно-педагогическом институте. С этого периода началась научная деятельность Г. Е. Сухаревой. Одной из первых ее работ стало выполненное в 1920 году «Исследование расстройства вкусовых восприятий у больных прогрессивным параличом и эпилептиком».

С 1921 года карьера Сухаревой продолжилась в Москве, где она совместно с Н. И. Озерецким и Е. А. Осиповой работала в распределительно-наблюдательном пункте и школе-лечебнице отдела детской психопатологии Московского Наркомздрава. Здесь она проводила исследования, посвященные систематизации психических расстройств у детей, детским фантазиям, в том числе при детской шизоидной психопатии.

С 1923 по 1933 год Груня Ефимовна работала сначала ординатором, потом старшим ассистентом и затем заведующей Психоневрологической клиникой Института охраны здоровья детей и подростков, где, помимо лечебной и научной деятельности, совместно с Е. А. Осиповой занималась проблемой организации психоневрологической помощи детям. Результаты их деятельности послужили основой для создания сети психоневрологических лечебных и санаторных учреждений для детей и подростков в СССР.

В 1926 году Сухарева представила клиническую картину расстройства, которое сейчас носит название раннего детского аутизма. В работе были приведены истории болезни мальчиков, наблюдавшихся ею в течение двух лет. Первоначально для обозначения описываемого расстройства Груня Ефимовна использовала термин «шизоидная психопатия», но позднее он был заменен на «аутистическую психопатию». Симптомы данного состояния идентичны тем признакам, которые 20 лет спустя описали Л. Каннер и Х. Аспергер.

Сухарева сформулировала важнейшие положения об особенностях психических заболеваний в детском и подростковом возрасте. Одним из них является положение о том, что в картине психических заболеваний у детей наряду с деструктивными компонентами постоянно выступают не только защитные механизмы, но и своего рода прогрессивные тенденции, отражающие продолжение общего и психического развития.

Груня Ефимовна одна из первых изучила и описала клинику шизоидных и органических психопатий у детей и подростков, тесно увязав эти расстройства с различными

видами дизонтогении, и разработала классификацию психопатий в детском возрасте, при этом аргументированно доказав, что многие психопатические черты приобретаются в раннем детстве. В разработанной ею классификации психопатий детально описаны их типы, которые могут формироваться еще в детстве: аутисты, как ранние шизоиды, так и истероиды; в младшем школьном возрасте — неустойчивые личности, психастеники, органики, реже гипертимики.

Помимо основной работы, Груня Ефимовна с 1931 по 1951 год была консультантом и научным руководителем Московской психиатрической больницы имени П. П. Кащенко (ныне Московская городская клиническая психиатрическая больница им. Н. А. Алексеева).

В 1933 году Сухарева была назначена заведующей кафедрой детской психиатрии Харьковского психоневрологического института, входившего тогда в структуру Украинской психоневрологической академии. После возвращения в Москву Груня Ефимовна еще длительное время оставалась консультантом Харьковского психоневрологического института.

Защитив в 1935 году докторскую диссертацию, Г. Е. Сухарева возглавила кафедру детской психиатрии Центрального института усовершенствования врачей (ЦИУВ) в Москве.

В годы Великой Отечественной войны Г. Е. Сухарева вместе с коллективом Московского института психиатрии находилась в эвакуации в Томске. В этот период было выполнено большое число исследований в области патогенеза соматогенных, посттравматических психозов и психогенных реакций военного времени. После возвращения в Москву и в послевоенные годы Г. Е. Сухарева была консультантом военно-госпитальных отделений Московской психиатрической больницы им. П. П. Кащенко.

Груня Ефимовна Сухарева опубликовала более 150 научных работ, в том числе шесть монографий. Многолетние исследования в области психиатрии были обобщены ею в большом труде «Клинические лекции по психиатрии детского возраста», вышедшем в трех томах, изданных в 1955, 1959 и 1963 годах, и в книге «Лекции по психиатрии детского возраста (избранные главы)».

Г. Е. Сухарева была членом многих научных советов и комиссий, членом правления и председателем детской секции Всесоюзного общества невропатологов и психиатров. Ее заслуги отмечены государственными наградами: орденом Ленина и орденом Знак Почета, ей присвоено звание заслуженного деятеля науки РСФСР.

Г. Е. Сухарева умерла на 90-м году жизни в 1981 году и похоронена на Востряковском кладбище. Работы Груни Ефимовны остаются фундаментальным учебным материалом по детско-подростковой психиатрии для психиатров разных поколений.

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Нестеров А. С.**
О подгрупповом функторе $res_{\mathfrak{g}}$ 1

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Гель А. Ю.**
Применение деревьев решений для оценки важности признаков на основе датасета больных раком 5
- Голеняева А. С.**
UI/UX-дизайн как двигатель цифрового рынка 10
- Давыдова И. Д.**
Роль и подходы к UI-дизайну на примере обучающего контента 11
- Кузнецов Д. Д.**
Разработка веб-приложения для малого предприятия 14
- Мусин М. Х.**
Автоматизация бизнес-процессов 16
- Пенькова Н. Д.**
Цифровые инновации в сфере государственных услуг 17
- Пугаченко Д. О., Уварова А. В.**
Универсальный Telegram-бот для магазина розничной торговли 20
- Соколов О. А., Полигаева А. Л.**
Цифровая трансформация аэропорта 23

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Alimuldaev N. A., Kairbaeva A. E., Khamitbek A. K.**
Mathematical model of multi-body evaporator for evaporation of sugar syrup 25
- Безделов В. Л., Шлеменков А. Л.**
Применение средств 3D-печати в опытных и исследовательских работах 29
- Белевцев А. Е.**
Способы улучшения технологий устройства фундаментов из пустотельных свай в условиях Арктики 32
- Дорж Оюунчимэг, Батжаргал Должинсүрэн**
Некоторые результаты испытаний по снижению токсичных выбросов дизельных двигателей 36
- Емельянов Д. А.**
Опыт внедрения технологий использования вторичных энергетических ресурсов 39
- Zhakupbekov N. Z.**
Improving the efficiency of the hot water boiler plant 41
- Кулыев З. М., Рахманов Х., Гафурова М. А., Бадырова Д. Б.**
The autobahn is a new model of the Silk Road 44

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

- Агишева Е. О.**
Особенности конструкций современных модульных городских сооружений 46
- Беляева Е. А.**
Этика и эстетика в проектировании наружной рекламы как составляющей дизайна городской среды 50

Гатаулина К. Р.

Применение балок с гофрированной стенкой
и особенности их работы53

Захаров С. А.

Кинематические опоры как средство оптимальной
сейсмозащиты: достоинства и недостатки..... 60

Козлов М. В.

Перспективы внедрения BIM-технологии
в производство строительных изделий
и конструкций 63

Свигачева О. А., Герасенко В. А.

Отечественная BIM-система Renga как
современная трехмерная программа
для проектирования зданий и сооружений68

МАТЕМАТИКА

О подгрупповом функторе $res_{\mathfrak{F}}$

Нестеров Александр Сергеевич, аспирант
Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского

В статье изучаются свойства подгруппового функтора $res_{\mathfrak{F}}$ для расслоенной формации \mathfrak{F} конечных групп. Установлены условия, при которых для расслоенной формации \mathfrak{F} с r -направлением подгрупповой функтор $res_{\mathfrak{F}}$ является субнормальным функтором Виландта.

Ключевые слова: конечная группа, класс групп, формация, расслоенная формация, подгрупповой функтор, субнормальный функтор Виландта.

Рассматриваются только конечные группы и классы конечных групп. Важную роль в теории классов конечных групп играют подгрупповые функторы Виландта (см., напр., [4]). Многие важные результаты о подгрупповых функторах Виландта получены Дж. Ленноксом, С. Стоунхьюером, Л.А. Шеметковым, С.Ф. Каморниковым, Л.П. Авдашковой и др. (см., напр., [1, 11-13]).

В монографии [4] рассматривается подгрупповой функтор $res_{\mathfrak{F}}$, выделяющий в каждой конечной группе ее \mathfrak{F} -корадикал. Для композиционной формации \mathfrak{F} в [4] установлены условия, при которых подгрупповой функтор $res_{\mathfrak{F}}$ является субнормальным функтором Виландта. Понятие расслоенной формации, введенное в рассмотрение В.А. Ведерниковым в 1999 году (см., напр., [3]), является естественным обобщением понятия композиционной формации. Целью данной работы является установление условий, при которых подгрупповой функтор $res_{\mathfrak{F}}$ является субнормальным функтором Виландта в случае, когда \mathfrak{F} является расслоенной формацией.

Используемая терминология стандартна (см., напр., [2-4]).

Запись $H \triangleleft G$ ($H \triangleleft\triangleleft G$) означает, что H – нормальная (субнормальная) подгруппа группы G . Класс групп – совокупность групп, содержащая с каждой своей группой и все группы, ей изоморфные. Для непустого множества групп \mathfrak{X} через (\mathfrak{X}) обозначается класс групп, порожденный \mathfrak{X} , в частности, (G) – класс всех групп, изоморфных группе G ; $K(G)$ – класс всех простых групп, изоморфных композиционным факторам группы G ; $K(\mathfrak{X})$ – объединение классов $K(G)$ для всех $G \in \mathfrak{X}$ [3]. Класс групп \mathfrak{F} называется *формацией*, если выполняются два условия:

- 1) из $G \in \mathfrak{F}$ и $N \triangleleft G$ следует $G/N \in \mathfrak{F}$;
- 2) из $G/L \in \mathfrak{F}$ и $G/M \in \mathfrak{F}$ следует $G/(L \cap M) \in \mathfrak{F}$ [8].

Формация \mathfrak{F} называется *нормально наследственной*, если она содержит все нормальные подгруппы своих групп [8]. Пусть \mathfrak{G} – класс всех групп, \mathfrak{A} – класс всех абелевых групп, \mathfrak{S} – класс всех простых групп, $A \in \mathfrak{S}$. Тогда \mathfrak{G}_A – класс всех групп G , для которых $K(G) \subseteq (A)$, $\mathfrak{G}_{A'}$ – класс всех групп, у которых нет композиционных факторов изоморфных A , \mathfrak{S}_{cA} – класс всех групп, у которых каждый главный A -фактор централен [3]. Пусть $\mathfrak{F}_1, \mathfrak{F}_2$ – классы групп. Произведением классов \mathfrak{F}_1 и \mathfrak{F}_2 называется класс групп, обозначаемый $\mathfrak{F}_1 \mathfrak{F}_2$, следующего вида:

$$\mathfrak{F}_1 \mathfrak{F}_2 = (G \in \mathfrak{G} \mid \text{существует } N \triangleleft G \text{ такая, что } N \in \mathfrak{F}_1 \text{ и } G/N \in \mathfrak{F}_2) \text{ [10].}$$

Пусть \mathfrak{F} – непустая формация. Тогда $G^{\mathfrak{F}}$ – \mathfrak{F} -корадикал группы G , т.е. наименьшая нормальная подгруппа группы G , фактор-группа по которой принадлежит \mathfrak{F} [8].

Определение 1. (1) Функция $\varphi: \mathfrak{S} \rightarrow \{\text{непустые формации Фиттинга}\}$, принимающая одинаковые значения на изоморфных группах из \mathfrak{S} , называется *формационно-радикальной функцией* или, коротко, *FR-функцией*.

(2) Функция $f: \mathfrak{S} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$, принимающая одинаковые значения на изоморфных группах из области определения, называется *формационной функцией* или, коротко, *F-функцией* [3].

Определение 2. Формация \mathfrak{F} называется *расслоенной*, если

$$\mathfrak{F} = (G \in \mathfrak{G} \mid G/G_{\varphi(A)} \in f(A) \text{ для всех } A \in K(G)),$$

где f и φ – F -функция и FR -функция соответственно, и обозначается $\mathfrak{F} = F(f, \varphi)$. Функцию f называют спутником, а функцию φ – направлением расслоенной формации \mathfrak{F} [3]. Направление φ расслоенной формации \mathfrak{F} называется r -направлением, если $\mathfrak{G}_{A'}\varphi(A) = \varphi(A)$ для любой группы $A \in \mathfrak{F}$ [2]. Расслоенная формация \mathfrak{F} с направлением φ называется:

свободной, если $\varphi = \varphi_0$, где φ_0 – FR -функция, имеющая следующее строение: $\varphi_0(A) = \mathfrak{G}_{A'}$ для любой группы $A \in \mathfrak{F}$;

канонической, если $\varphi = \varphi_2'$, где φ_2' – FR -функция, имеющая следующее строение: $\varphi_2'(A) = \mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_A$ для любой группы $A \in \mathfrak{F}$;

биканонической, если $\varphi = \varphi_2$, где φ_2 – FR -функция, имеющая следующее строение: $\varphi_2(A) = \mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_A$ для любой абелевой группы $A \in \mathfrak{F}$ и $\varphi_2(A) = \mathfrak{G}_{A'}$ для любой неабелевой группы $A \in \mathfrak{F}$;

композиционной, если $\varphi = \varphi_3$, где φ_3 – FR -функция, имеющая следующее строение: $\varphi_3(A) = \mathfrak{S}_{cA}$ для любой группы $A \in \mathfrak{F}$ [2].

Подгрупповым функтором называется отображение θ , ставящее в соответствие каждой группе G некоторую непустую совокупность $\theta(G)$ её подгрупп, удовлетворяющее условию: $(\theta(G))^\varphi = \theta(G^\varphi)$ для любого изоморфизма φ группы G ; θ – унитарный подгрупповой функтор, если θ в любой группе выделяет некоторую ее характеристическую подгруппу. Субнормальным функтором Виландта называется унитарный подгрупповой функтор θ , удовлетворяющий условию $\theta(\langle A, B \rangle) = \langle \theta(A), \theta(B) \rangle$ для любых субнормальных подгрупп A и B любой группы G [4]. Пусть \mathfrak{F} – непустая формация. Через $res_{\mathfrak{F}}$ обозначается подгрупповой функтор, ставящий в соответствие каждой группе G множество $\{G^{\mathfrak{F}}\}$ [4].

Теорема 1. Пусть \mathfrak{F} – расслоенная формация с r -направлением φ и спутником f . Если $res_{f(A)}$ и $res_{\varphi(A)}$ – субнормальные функторы Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$, то подгрупповой функтор $res_{\mathfrak{F}}$ также является субнормальным функтором Виландта.

Доказательство. Пусть $res_{f(A)}$ и $res_{\varphi(A)}$ – субнормальные функторы Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$. Покажем, что $res_{\mathfrak{F}}$ – субнормальный функтор Виландта.

Пусть $G \in \mathfrak{G}$, $H \triangleleft G$, $K \triangleleft G$. Установим справедливость равенства $\langle H, K \rangle^{\mathfrak{F}} = \langle H^{\mathfrak{F}}, K^{\mathfrak{F}} \rangle$. Пусть $K(G) \cap K(\mathfrak{F}) = (A_1, \dots, A_n)$, $\mathfrak{H}_i = \varphi(A_i)f(A_i)$, $i = \overline{1, n}$, $\mathfrak{K} = \mathfrak{G}_{K(\mathfrak{F})} = (B \in \mathfrak{G} \mid K(B) \subseteq K(\mathfrak{F}))$. По теореме 7.5 [6] имеем, что $\langle H, K \rangle \triangleleft G$. Согласно следствию 1 [3], справедливы равенства

$$\begin{aligned} \langle H, K \rangle^{\mathfrak{F}} &= \langle H, K \rangle^{\mathfrak{H}_1} \langle H, K \rangle^{\mathfrak{H}_2} \dots \langle H, K \rangle^{\mathfrak{H}_n}, \\ K^{\mathfrak{F}} &= K^{\mathfrak{H}_1} K^{\mathfrak{H}_2} \dots K^{\mathfrak{H}_n}, \\ H^{\mathfrak{F}} &= H^{\mathfrak{H}_1} H^{\mathfrak{H}_2} \dots H^{\mathfrak{H}_n}. \end{aligned}$$

Ввиду следствия 2.3.5 [4], $res_{\mathfrak{H}_i}$ – субнормальный функтор Виландта. Поэтому $\langle H, K \rangle^{\mathfrak{H}_i} = \langle H^{\mathfrak{H}_i}, K^{\mathfrak{H}_i} \rangle$. По условию теоремы $res_{f(A)}$ – субнормальный функтор Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$. Следовательно, $\langle H, K \rangle^{f(A_i)} = \langle H^{f(A_i)}, K^{f(A_i)} \rangle$, $i = \overline{1, n}$. Поскольку, согласно теоремам 5.11 (1) и 5.38 [6], $G^{\mathfrak{H}_1 \circ \mathfrak{H}_2} = G^{\mathfrak{H}_1} \circ G^{\mathfrak{H}_2} = (G^{\mathfrak{H}_2})^{\mathfrak{H}_1}$ для любой формации \mathfrak{F}_2 и любой нормально наследственной формации \mathfrak{F}_1 , то $\langle H, K \rangle^{\mathfrak{H}_i} = \langle H, K \rangle^{\varphi(A_i)f(A_i)} = (\langle H, K \rangle^{f(A_i)})^{\varphi(A_i)} = ((H^{f(A_i)}, K^{f(A_i)}))^{\varphi(A_i)}$. Так как $res_{\varphi(A)}$ – субнормальный функтор Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$, то, с учетом теорем 5.11 (1) и 5.38 [6], получаем $((H^{f(A_i)}, K^{f(A_i)}))^{\varphi(A_i)} = \langle (H^{f(A_i)})^{\varphi(A_i)}, (K^{f(A_i)})^{\varphi(A_i)} \rangle = \langle H^{\varphi(A_i)f(A_i)}, K^{\varphi(A_i)f(A_i)} \rangle = \langle H^{\mathfrak{H}_i}, K^{\mathfrak{H}_i} \rangle$, $i = \overline{1, n}$. Таким образом, $\langle H, K \rangle^{\mathfrak{H}_i} = \langle H^{\mathfrak{H}_i}, K^{\mathfrak{H}_i} \rangle$, $i = \overline{1, n}$. И поэтому

$$\begin{aligned} \langle H, K \rangle^{\mathfrak{F}} &= \langle H, K \rangle^{\mathfrak{H}_1} \langle H, K \rangle^{\mathfrak{H}_2} \dots \langle H, K \rangle^{\mathfrak{H}_n} = \\ &= \langle H^{\mathfrak{H}_1}, K^{\mathfrak{H}_1} \rangle \langle H^{\mathfrak{H}_2}, K^{\mathfrak{H}_2} \rangle \dots \langle H^{\mathfrak{H}_n}, K^{\mathfrak{H}_n} \rangle = \\ &= \langle H^{\mathfrak{H}_1}, K^{\mathfrak{H}_1}, H^{\mathfrak{H}_2}, K^{\mathfrak{H}_2}, \dots, H^{\mathfrak{H}_n}, K^{\mathfrak{H}_n} \rangle = \\ &= \langle H^{\mathfrak{H}_1}, H^{\mathfrak{H}_2}, \dots, H^{\mathfrak{H}_n}, K^{\mathfrak{H}_1}, K^{\mathfrak{H}_2}, \dots, K^{\mathfrak{H}_n} \rangle = \\ &= \langle \langle H^{\mathfrak{H}_1}, H^{\mathfrak{H}_2}, \dots, H^{\mathfrak{H}_n} \rangle, \langle K^{\mathfrak{H}_1}, K^{\mathfrak{H}_2}, \dots, K^{\mathfrak{H}_n} \rangle \rangle = \\ &= \langle H^{\mathfrak{H}_1} H^{\mathfrak{H}_2} \dots H^{\mathfrak{H}_n}, K^{\mathfrak{H}_1} K^{\mathfrak{H}_2} \dots K^{\mathfrak{H}_n} \rangle = \langle H^{\mathfrak{F}}, K^{\mathfrak{F}} \rangle. \end{aligned}$$

Следовательно, $\langle H, K \rangle^{\mathfrak{F}} = \langle H^{\mathfrak{F}}, K^{\mathfrak{F}} \rangle$. Тем самым установлено, что подгрупповой функтор $res_{\mathfrak{F}}$ является субнормальным функтором Виландта.

Теорема доказана.

Следствие 1. Пусть \mathfrak{F} – свободная формация со спутником f . Если $res_{f(A)}$ – субнормальный функтор Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$, то $res_{\mathfrak{F}}$ также является субнормальным функтором Виландта.

Доказательство. Пусть $res_{f(A)}$ – субнормальный функтор Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$. Так как \mathfrak{F} – свободная формация, то \mathfrak{F} – расслоенная формация с направлением φ_0 , где $\varphi_0(A) = \mathfrak{G}_{A'}$ для любой группы $A \in \mathfrak{F}$. Покажем, что $res_{\varphi_0(A)}$ является субнормальным функтором Виландта. Пусть $A \in \mathfrak{F}$. Так как $\mathfrak{G}_{A'}$ – класс простых групп,

то по следствию 2.3.5 [4] $res_{\mathfrak{G}_{A'}} = res_{\varphi_0(A)}$ – субнормальный функтор Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$. Покажем, что φ_0 является r -направлением расслоенной формации. Действительно, поскольку справедливо $\mathfrak{G}_{A'}\varphi_0(A) = \mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_{A'} = \mathfrak{G}_{A'} = \varphi_0(A)$ для любой группы $A \in \mathfrak{Z}$, то направление φ_0 является r -направлением расслоенной формации.

Таким образом, из того, что $res_{f(A)}$ и $res_{\varphi_0(A)}$ – субнормальные функторы Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$ и φ_0 – r -направление расслоенной формации, по теореме 1 следует, что $res_{\mathfrak{F}}$ – субнормальный функтор Виландта.

Следствие доказано.

Следствие 2. Пусть \mathfrak{F} – каноническая формация со спутником f . Если $res_{f(A)}$ – субнормальный функтор Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$, то $res_{\mathfrak{F}}$ также является субнормальным функтором Виландта.

Доказательство. Пусть $res_{f(A)}$ – субнормальный функтор Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$. Так как \mathfrak{F} – каноническая формация, то \mathfrak{F} – расслоенная формация с направлением φ_2' , где $\varphi_2'(A) = \mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_A$ для любой группы $A \in \mathfrak{Z}$. Покажем, что $res_{\varphi_2'(A)}$ – субнормальный функтор Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$.

Пусть $A \in K(\mathfrak{F})$. Так как по следствию 2.3.5 [4] $res_{\mathfrak{G}_{A'}}$ и $res_{\mathfrak{G}_A}$ являются субнормальными функторами Виландта, то, ввиду теорем 5.11 (1) и 5.38 [6],

$$\langle H, K \rangle^{\mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_A} = (\langle \langle H, K \rangle \rangle^{\mathfrak{G}_A})^{\mathfrak{G}_{A'}} = (\langle \langle H^{\mathfrak{G}_A}, K^{\mathfrak{G}_A} \rangle \rangle)^{\mathfrak{G}_{A'}} = \langle H^{\mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_A}, K^{\mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_A} \rangle.$$

Следовательно, $res_{\mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_A} = res_{\varphi_2'(A)}$ – субнормальный функтор Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$.

Покажем, что φ_2' является r -направлением расслоенной формации. Пусть $A \in \mathfrak{Z}$. Так как $\mathfrak{G}_{A'}$ – нормально наследственный класс, то по теореме 5.38 [6] $\mathfrak{G}_{A'}\varphi_2(A) = \mathfrak{G}_{A'} \circ (\mathfrak{G}_{A'} \circ \mathfrak{G}_A)$. Согласно теореме 5.11 (2) [6],

$$\mathfrak{G}_{A'} \circ (\mathfrak{G}_{A'} \circ \mathfrak{G}_A) = (\mathfrak{G}_{A'} \circ \mathfrak{G}_{A'}) \circ \mathfrak{G}_A.$$

Далее, ввиду теоремы 5.38 [6],

$$(\mathfrak{G}_{A'} \circ \mathfrak{G}_{A'}) \circ \mathfrak{G}_A = (\mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_{A'})\mathfrak{G}_A = \mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_A = \varphi_2'(A).$$

Таким образом, $\mathfrak{G}_{A'}\varphi_2'(A) = \varphi_2'(A)$ для любой группы $A \in \mathfrak{Z}$. Следовательно, направление φ_2' является r -направлением расслоенной формации.

Поскольку $res_{f(A)}$ и $res_{\varphi_2'(A)}$ – субнормальные функторы Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$ и φ_2' – r -направление расслоенной формации, то, в силу теоремы 1, $res_{\mathfrak{F}}$ также является субнормальным функтором Виландта.

Следствие доказано.

Следствие 3. Пусть \mathfrak{F} – биканоническая формация со спутником f . Если $res_{f(A)}$ – субнормальный функтор Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$, то $res_{\mathfrak{F}}$ также является субнормальным функтором Виландта.

Доказательство. Пусть $res_{f(A)}$ – субнормальный функтор Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$. Так как \mathfrak{F} – биканоническая формация, то \mathfrak{F} – расслоенная формация с направлением φ_2 , где $\varphi_2(A) = \mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_A$ для любой группы $A \in \mathfrak{Z} \cap \mathfrak{X}$ и $\varphi_2(A) = \mathfrak{G}_{A'}$ для любой группы $A \in \mathfrak{Z} \setminus \mathfrak{X}$. Покажем, что $res_{\varphi_2(A)}$ – субнормальный функтор Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$.

Пусть $A \in K(\mathfrak{F}) \setminus \mathfrak{X}$. Тогда, ввиду следствия 2.3.5 [4], $res_{\mathfrak{G}_{A'}} = res_{\varphi_2(A)}$ – субнормальный функтор Виландта.

Пусть $A \in K(\mathfrak{F}) \cap \mathfrak{X}$. Тогда, как и при доказательстве следствия 2, получаем

$$\langle H, K \rangle^{\mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_A} = (\langle \langle H, K \rangle \rangle^{\mathfrak{G}_A})^{\mathfrak{G}_{A'}} = (\langle \langle H^{\mathfrak{G}_A}, K^{\mathfrak{G}_A} \rangle \rangle)^{\mathfrak{G}_{A'}} = \langle H^{\mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_A}, K^{\mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_A} \rangle.$$

Следовательно, $res_{\mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_A} = res_{\varphi_2(A)}$ – субнормальный функтор Виландта.

Покажем, что φ_2 является r -направлением расслоенной формации. Для любой группы $A \in \mathfrak{Z} \setminus \mathfrak{X}$ справедливо равенство $\mathfrak{G}_{A'}\varphi_2(A) = \mathfrak{G}_{A'}\mathfrak{G}_{A'} = \mathfrak{G}_{A'} = \varphi_2(A)$. Пусть $A \in \mathfrak{Z} \cap \mathfrak{X}$. Тогда, как и при доказательстве следствия 2, получаем $\mathfrak{G}_{A'}\varphi_2(A) = \varphi_2(A)$. Следовательно, направление φ_2 является r -направлением расслоенной формации.

Таким образом, из того, что $res_{f(A)}$ и $res_{\varphi_2(A)}$ – субнормальные функторы Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$ и φ_2 – r -направление расслоенной формации, по теореме 1 получаем, что $res_{\mathfrak{F}}$ также является субнормальным функтором Виландта.

Следствие доказано.

Следствие 4 ([4], теорема 2.3.16). Пусть \mathfrak{F} – композиционная формация со спутником f . Если $res_{f(A)}$ – субнормальный функтор Виландта для любой группы $A \in K(\mathfrak{F})$, то $res_{\mathfrak{F}}$ также является субнормальным функтором Виландта.

Литература:

1. Авдашкова, Л. П., Каморников С. Ф. Радикальный дистрибутивный функтор, индуцированный формацией Фиттинга. — Препринт / Гомельский госуниверситет. Гомель, 1998, № 72. — 16 с.
2. Ведерников, В. А. Максимальные спутники Ω -расслоенных формаций и классов Фиттинга // Тр. ИММ УрО РАН, 2001. Т. 7, № 2. — с. 55–71.

3. Ведерников, В. А., Сорокина М. М. Ω -расслоенные формации и классы Фиттинга конечных групп // Дискрет. матем., 2001. Т. 13, № 3. — с. 125–144.
4. Каморников, С. Ф., Селькин М. В. Подгрупповые функторы и классы конечных групп. — Мн.: Бел. наука, 2003. — 254 с.
5. Каморников, С. Ф., Шеметков Л. А. О корадикалах субнормальных подгрупп // Алгебра и логика, 1995. Т. 34, № 5. — с. 493–513.
6. Монахов, В. С. Введение в теорию конечных групп и их классов: учеб. пособие / В. С. Монахов. — Мн.: Выш. шк., 2006. — 207 с.
7. Нестеров, А. С., Сорокина М. М. О строении \mathfrak{F} -корадикала конечной группы для Ω -расслоенной формации \mathfrak{F} [Электронный ресурс] // Ученые записки Брянского государственного университета. — 2022. № 3. — с. 18–22. — Режим доступа: <http://www.scim-brgu.ru>, свободный (Дата обращения: 12.02.2023).
8. Шеметков, Л. А. Формации конечных групп. — М.: Наука, 1978. — 271 с.
9. Шеметков, Л. А., Скиба А. Н. Формации алгебраических систем. — М.: Наука, 1989. — 253 с.
10. Doerk, K., Hawkes T. Finite soluble groups. — Berlin: Gruyter, 1992. — 891 p.
11. Lennox, J. C., Stonehewer S. E. Subnormal subgroups of finite groups of groups. — Oxford: Clarendon Press, 1987.
12. Wielandt, H. Vertauschbare nachinvariante Untergruppen // Abh. Math. Sem. Univ. Hamburg, 1957. Bd. 21, No. 1–2. — S. 55–62.
13. Wielandt, H. Uber das Erzeugnis paarweise kosubnormaler Untergruppen // Arch. Math. 1980. V. 35, No. 1–2. — S. 1–7.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Применение деревьев решений для оценки важности признаков на основе датасета больных раком

Гель Андрей Юрьевич, студент
Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта (г. Калининград)

В статье автор рассматривает деревья решений как один из методов машинного обучения для решения задачи классификации. Метод применяется на наборе данных пациентов, больных раком шейки матки. С помощью деревьев решений производится оценка важности признаков, влияющих на развитие рака.

Ключевые слова: машинное обучение, классификация, деревья решений.

Введение

С каждым днем количество людей, которые заболевают различными онкологическими заболеваниями, продолжает увеличиваться. На передний план выходит задача определения конкретных признаков, которые провоцируют развитие болезни. Определение данных признаков может помочь при профилактике болезни. Для определения подобных признаков могут применяться различные методы, в том числе и на основе машинного обучения.

С его помощью можно изучать влияние различных признаков на факт наличия заболевания.

Основная часть

Для того чтобы оценить влияние конкретных признаков, можно использовать деревья решений. Деревья решений — это иерархический метод, который можно применить для задач классификации и прогнозирования. Иерархические методы сводятся к построению иерархических структур, самой простой из которых является древовидная.

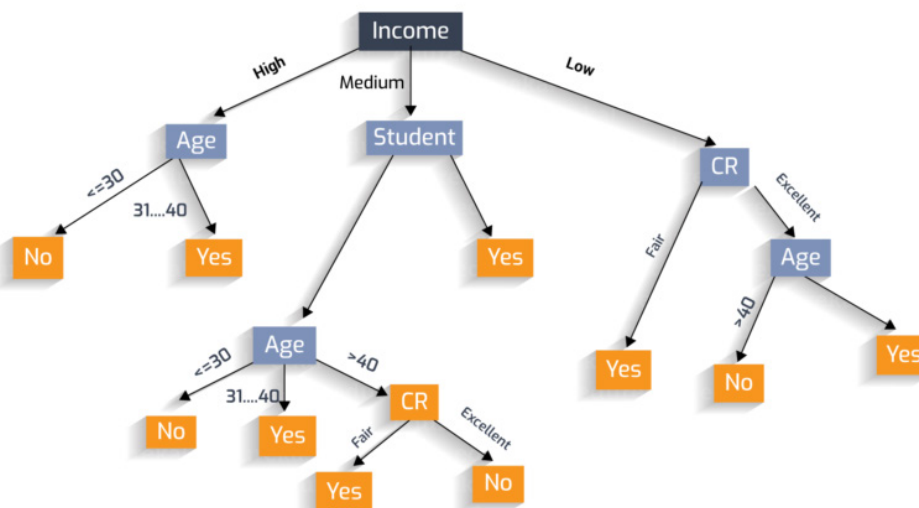


Рис. 1. Пример дерева решений

Датасет для исследования содержит информацию о больных раком шейки матки. Набор данных был собран в «Университетской больнице Каракаса» в Каракасе, Венесуэла. Данные включают в себя демографическую ин-

формацию, привычки и историю болезни 858 пациентов. Несколько пациентов решили не отвечать на некоторые вопросы из соображений конфиденциальности (пропущенные значения). [1]

Таблица 1. Свойства параметров датасета

Название параметра	Тип данных	Количество ненулевых строк
Age	int	858
Number of sexual partners	int	832
First sexual intercourse (age)	int	851
Num of pregnancies	int	802
Smokes	bool	845
Smokes (years)	int	845
Smokes (packs/year)	int	845
Hormonal Contraceptives	bool	750
Hormonal Contraceptives (years)	int	750
IUD	bool	741
IUD (years)	int	741
STDs	bool	753
STDs (number)	int	753
STDs:condylomatosi	bool	753
STDs:cervical condylomatosi	bool	753
STDs:vaginal condylomatosi	bool	753
STDs:vulvo-perineal condylomatosi	bool	753
STDs:syphilis	bool	753
STDs:pelvic inflammatory disease	bool	753
STDs:genital herpes	bool	753
STDs:molluscum contagiosum	bool	753
STDs:AIDS	bool	753
STDs:HIV	bool	753
STDs:Hepatitis B	bool	753
STDs:HPV	bool	753
Number of diagnosis	int	858
Time since first diagnosis	int	71
Time since last diagnosis	int	71
Dx:Cancer	bool	858
Dx:CIN	bool	858
Dx:HPV	bool	858
Dx	bool	858
Hinselmann	bool	858
Schiller	bool	858
Cytology	bool	858
Biopsy	bool	858

Среди этих параметров содержится переменная «Dx:Cancer» логического типа, в которой хранится информация о том, болен пациент раком или нет. Модели необходимо будет оценить степень влияния каждого из остальных 35 признаков на переменную «Dx:Cancer»

Для данной задачи будет использован язык программирования Python. А также следующие библиотеки:

1. Pandas
2. Numpy
3. scikit-learn

4. matplotlib

Прежде чем к имеющемуся набору данных применять машинное обучение, их необходимо предварительно подготовить. Вначале необходимо удалить все значения строки с неопределенными значениями.

Следует обратить внимание, что переменные «Time since first diagnosis» и «Time since last diagnosis» имеют ненулевые значения лишь в 71 строке. Так как это весьма мало относительно общих размеров выборки, данные параметры стоит исключить из датасета.

```
import pandas as pd #импорт библиотек, которые потребуются.
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

def preproc(df_init): #функция предобработки
    df_preproc = df_init.copy()
    df_preproc = df_preproc.replace("?", np.NaN)
    df_preproc = df_preproc.drop(['STDs: Time since first diagnosis', 'STDs: Time since last diagnosis'], axis=1)
    #удалим данные параметры т.к очень много пропусков в этих столбцах
    df_preproc = df_preproc.dropna()
    return df_preproc
```


После первичной предобработки данных осталось 668 строк с пациентами, каждая из которых содержит ненулевые параметры. Дальнейшим шагом будет разделение

набора данных на 2 множества: данные для обучения и ответы. Где переменная «X» — множество признаков, а «y» — множество ответов (целевая переменная)

```
X = df_preproc.drop(['Dx:Cancer'], axis=1).values
y = df_preproc['Dx:Cancer'].values
```

Для эффективного применения деревьев решений нужно подобрать для нее значения гиперпараметров. Гиперпараметр — параметр в машинном обучении, значение которого используется для управления процессом обучения. [2]

Один из гиперпараметров деревьев решений — это глубина дерева. Для оценки его эффективности при различных значениях будет использована ROC-кривая.

ROC-кривая (англ. receiver operating characteristic, рабочая характеристика приёмника) — график, позволя-

ющий оценить качество бинарной классификации, отображает соотношение между долей объектов от общего количества носителей признака, верно классифицированных как несущие признак (англ. true positive rate, TPR, называемой чувствительностью алгоритма классификации), и долей объектов от общего количества объектов, не несущих признака, ошибочно классифицированных как несущие признак (англ. false positive rate, FPR, величина 1-FPR называется специфичностью алгоритма классификации) при варьировании порога решающего правила. [3]

```
try:
    from sklearn.model_selection import validation_curve
except ImportError:
    from sklearn.learning_curve import validation_curve

try:
    from sklearn.model_selection import StratifiedKFold
except ImportError:
    from sklearn.cross_validation import StratifiedKFold

from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier #импортируем модель деревьев решений
model = DecisionTreeClassifier(random_state=123) # инициализируем модель

cv = StratifiedKFold(n_splits=5, shuffle=True, random_state=132)

train_scores, valid_scores = validation_curve(model, X, y,
                                             param_name='max_depth', param_range=range(1, 20),
                                             cv=cv, scoring='roc_auc')
```

Для инициализации модели используется классификатор DecisionTreeClassifier из библиотеки scikit-learn. Далее формируется валидационная кривая. При ее создании ей передаются следующие параметры: model — ис-

следуемая модель; X, y — множества признаков и ответов; param_name — имя параметра, который будет варьироваться; param_range — диапазон значений, которые будут оцениваться; cv — параметры кросс-валидации.

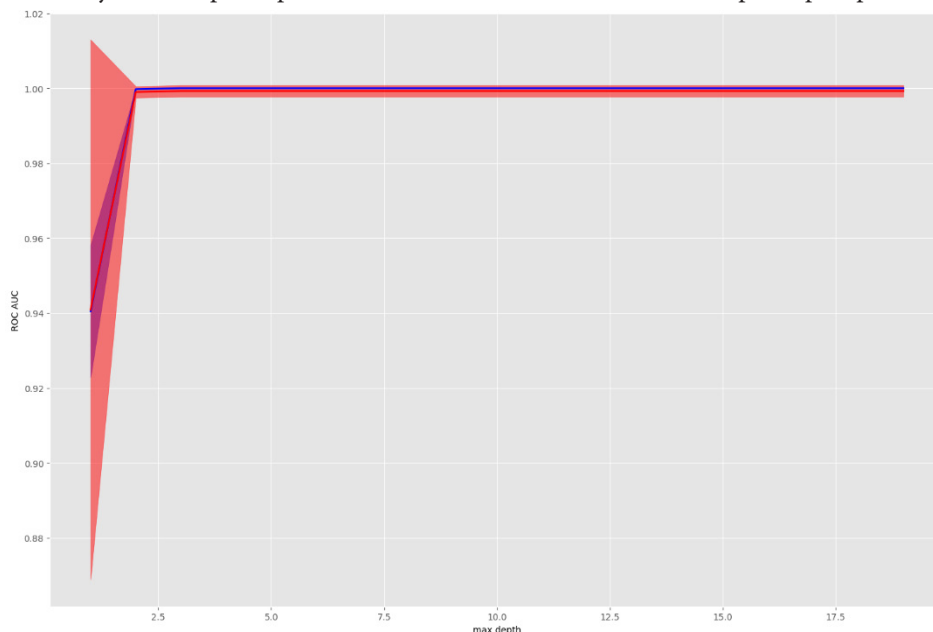


Рис. 2. ROC-кривая для параметра max_depth

Согласно ROC-кривой, оптимальное значение глубины дерева равно 2. При значениях глубины больше 2 результат эквивалентен.

Обычно подбирают гиперпараметры целыми группами. Это делается для того, чтобы ускорить процедуру поиска и сразу найти оптимальное сочетание параметров. Есть несколько способов это сделать:

— Полный перебор (Grid Search) — явно задаются все возможные значения параметров. Далее перебираются все возможные комбинации этих параметров.

— Случайный перебор (Random Search) — для некоторых параметров задается распределение через функцию распределения. Задается количество случайных комбинаций, которых требуется перебрать.

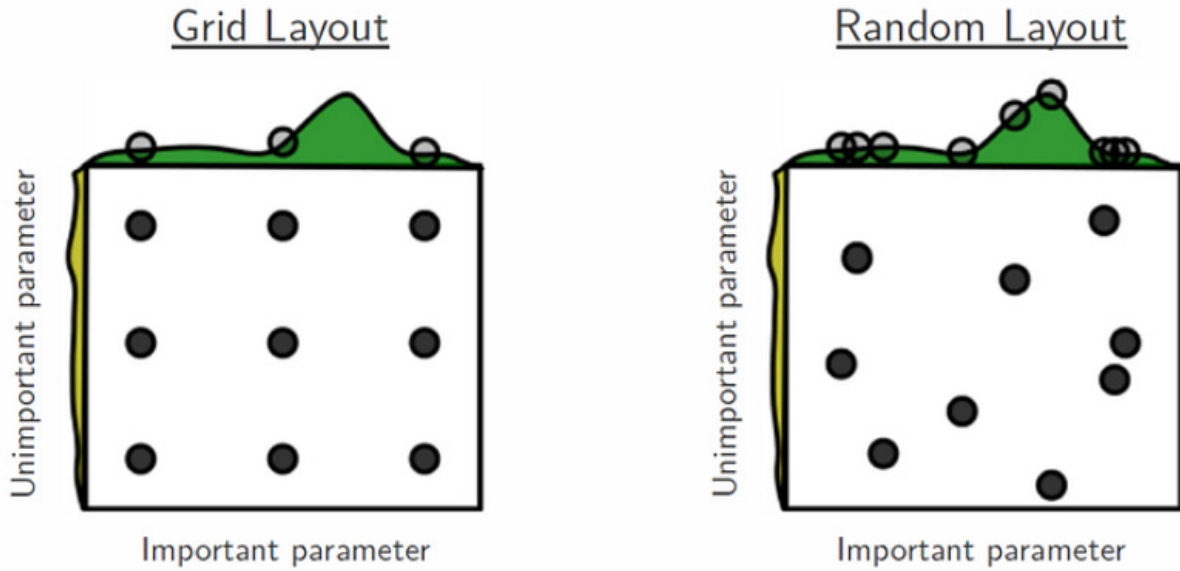


Рис. 3. Принцип работы полного и случайного переборов

Для подбора оптимальных параметров модели будет использован случайный поиск. Чтобы его использовать, не-

обходимо воспользоваться классом RandomizedSearchCV из библиотеки scikit-learn.

```
try:
    from sklearn.model_selection import RandomizedSearchCV #импортирует случайный поиск
except ImportError:
    from sklearn.cross_validation import RandomizedSearchCV

RND_SEED = 123
param_grid = {
    'criterion': ['gini', 'entropy'],
    'max_depth': range(2, 8),
    'min_samples_leaf': range(5, 10),
    'class_weight': [None, 'balanced']}

cv = StratifiedKFold(n_splits=5, random_state=123, shuffle=True)

model = DecisionTreeClassifier(random_state=123)
random_search = RandomizedSearchCV(model, param_distributions=param_grid, n_iter=100, n_jobs=-1,
                                   cv=cv, scoring='roc_auc', random_state=123)

random_search.fit(X, y)
```

После выполнения случайного поиска в переменной random_search будут храниться результаты проведенного поиска. При обращении к атрибуту «best_estimator_» можно получить модель, полученную из тех

гиперпараметров, которые дали наилучший результат. А при обращении к атрибуту «feature_importances_» самой модели можно извлечь степень влияния признаков на результат.

Таблица 2. Важность признаков исходного датасета

Название параметра	Тип данных	Важность признака
Age	int	0.000000
Number of sexual partners	int	0.000000
First sexual intercourse (age)	int	0.000000

Num of pregnancies	int	0.000000
Smokes	bool	0.000000
Smokes (years)	int	0.000000
Smokes (packs/year)	int	0.000000
Hormonal Contraceptives	bool	0.000000
Hormonal Contraceptives (years)	int	0.000000
IUD	bool	0.000000
IUD (years)	int	0.012155
STDs	bool	0.000000
STDs (number)	int	0.000000
STDs:condylomatosis	bool	0.000000
STDs:cervical condylomatosis	bool	0.000000
STDs:vaginal condylomatosis	bool	0.000000
STDs:vulvo-perineal condylomatosis	bool	0.000000
STDs:syphilis	bool	0.000000
STDs:pelvic inflammatory disease	bool	0.000000
STDs:genital herpes	bool	0.000000
STDs:molluscum contagiosum	bool	0.000000
STDs:AIDS	bool	0.000000
STDs:HIV	bool	0.000000
STDs:Hepatitis B	bool	0.000000
STDs:HPV	bool	0.000000
Number of diagnosis	int	0.000000
Dx:CIN	bool	0.000000
Dx:HPV	bool	0.987845
Dx	bool	0.000000
Hinselmann	bool	0.000000
Schiller	bool	0.000000
Cytology	bool	0.000000
Biopsy	bool	0.000000

Заключение

В ходе данной статьи был рассмотрен иерархический метод машинного обучения для задачи классификации. С помощью случайного поиска были подобраны оптимальные гиперпараметры для создания модели деревьев

решений. С помощью этой модели было выявлено два наиболее влияющих признака на заболевание раком шейки матки среди пациентов данной выборки. Это «Dx:HPV» (вирусы папилломы человека) и «IUD (years)» (внутриматочная спираль).

Литература:

1. Cervical cancer (Risk Factors) Data Set. — Текст: электронный // UCI Machine Learning Repository: [сайт]. — URL: [https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Cervical+cancer+ %28Risk+Factors %29](https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Cervical+cancer+%28Risk+Factors%29) (дата обращения: 29.04.2023).
2. Гиперпараметр (машинное обучение). — Текст: электронный // Wikipedia: [сайт]. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ %D0 %93 %D0 %B8 %D0 %BF %D0 %B5 %D1 %80 %D0 %BF %D0 %B0 %D1 %80 %D0 %B0 %D0 %BC %D0 %B5 %D1 %82 %D1 %80_\(%D0 %BC %D0 %B0 %D1 %88 %D0 %B8 %D0 %BD %D0 %BD %D0 %BE %D0 %B5 _%D0 %BE %D0 %B1 %D1 %83 %D1 %87 %D0 %B5 %D0 %BD %D0 %B8 %D0 %B5\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80_(%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)) (дата обращения: 30.04.2023).
3. ROC-кривая. — Текст: электронный // Wikipedia: [сайт]. — URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/ROC-%D0 %BA %D 1 %80 %D0 %B8 %D0 %B2 %D0 %B0 %D1 %8F](https://ru.wikipedia.org/wiki/ROC-%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%8F) (дата обращения: 30.04.2023).

UI/UX-дизайн как двигатель цифрового рынка

Голеняева Анастасия Сергеевна, студент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)

В статье рассмотрена роль UI/UX-дизайна в цифровом рынке, приведена основная терминология, выявлено влияние дизайна мобильных и десктопных приложений на экономические показатели компаний.

Ключевые слова: UI-дизайн, UX-дизайн, цифровой рынок, цифровое пространство, мобильные и десктопные приложения.

Цифровое пространство охватывает большую часть населения нашей планеты. Люди являются пользователями различных программных обеспечений, десктопных и мобильных приложений. Иначе их можно назвать конечными потребителями данного продукта.

В настоящее время цифровой рынок представляется именно такими приложениями, формирующими цифровое пространство. Они выступают как способ выявления конкретной информации для пользователя. В современном быстро развивающемся мире аспект важности смещается на лаконичное и понятное представление информации, максимально комфортное и доступное пользователю, влекущее позитивный опыт взаимодействия. В таком случае следует рассматривать термин «дизайн» как набор вариаций представления информации с собственными паттернами.

Современный цифровой дизайн должен включать в себя грамотное использование колористики, типографики, их соответствие представляемому продукту. Все инструменты и их сочетание должны быть направлены на подчеркивание сильных сторон предлагаемой продукции для повышения спроса и усиления конкурентоспособности.

Большее внимание следует уделить UI/UX-дизайну ввиду повсеместного использования смартфонов и приложений для них. При помощи смартфона пользователь может получить необходимую информацию в любой точке мира при условии доступа к сети. Именно этот фактор является базовым для получения информации, так как обладает сравнительно высокой скоростью и не требует привязки к месту (как, например, персональный компьютер).

UI-дизайн («user interface» англ. — «пользовательский интерфейс») — аспект дизайна, затрагивающий использование колористики, типографики; проектирование пользовательских интерфейсов с фокусом на аспекте удобства и стильного представления информации [1].

UX-дизайн («user experience» англ. — «пользовательский опыт») — дизайн взаимодействия пользователя с интерфейсом. Является важной ступенью в дизайне ввиду влияния на восприятие продукта и информации о нём [2]. UX-дизайн требует анализа поведения пользователя и отслеживания статистики посещения различных Интернет-пространств для исследования наиболее удачных реализаций UX-моделей.

Юзабилити («usability» англ. — «удобство использования») — способность продукта быть понятным, свой-

ство быть привлекательным и эргономичным для пользователя [3].

Эмпирическим путем были выявлены примеры пользовательского поведения, взаимодействия с приложениями. Такие наблюдения привели к созданию паттернов в дизайне. В данном случае паттерн рассматривается как общий шаблон для дизайна мобильных/десктопных приложений, носящий рекомендательный характер для использования при прототипировании приложений. Такие рекомендации изложены в гайдлайнах (преимущественно рассматриваются HIG (Human Interface Guidelines) для операционной системы iOS и Material Design (гайдлайн, разработанный компанией Google) для операционной системы Android) [4].

Значимость UI/UX-дизайна объясняется его непосредственным участием в разработке приложений. Так как приложения выступают посредником между продуктом (не только материальным, но и цифровым) и покупателем, пользователь, вероятнее, будет взаимодействовать с таким приложением, которое будет для него понятнее и приятнее, а также быстро удовлетворит его запросы. Таким образом, UI/UX-дизайн оказывает непосредственное влияние на увеличение/уменьшение прибыли компании.

В качестве примера неординарного UI/UX-дизайна можно привести приложение Snapchat. Несмотря на то, что данная социальная сеть первая внедрила функцию «Истории», реализация её редизайна привела к потере почти миллиарда долларов [5]. Стоимость акций компании в таких условиях упала с 27 долларов до 5 долларов. Рейтинг и доходы социальной сети сильно снизились [6].

Редизайн является неотъемлемой частью поддержки приложений, так как многие компоненты быстро устаревают. Оценить ситуацию Snapchat можно двояко: дизайн оказался провальным для компании и ее деятельности, а также оставил негативный опыт использования. Однако, такое решение поспособствовало фильтрации аудитории социальной сети в аспекте возраста (преобладает возрастная аудитория 14–25 лет), а также стало громкой рекламой в пространстве приложений [6]. Данный пример ярко демонстрирует важность и влияние UI/UX-дизайна в цифровом рынке.

Какой бы вид продукции ни выпускала компания, профессиональный дизайн является ключевым фактором

успеха в цифровом рынке. Благодаря профессиональному UI/UX-дизайну создаются эффективные (в том числе с точки зрения экономики) приложения и сайты, которые

обеспечивают лучший опыт для пользователей и помогают бизнесу быть популярнее и успешнее в онлайн-пространстве.

Литература:

1. М. В. Чернова, Э. Ф. Насиров, Д. С. Кириллов, Г. Р. Мертинс. Научная статья «UI Дизайн» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2021/01/ %D0 %9C %D0 %9A-980.pdf#page=29](https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2021/01/%D0%9C%D0%9A-980.pdf#page=29) (дата обращения: 07.03.2023).
2. Дворянин, Д. М., Скубников К. С. Научная статья «К вопросу о понятиях UX UI дизайна» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://alley-science.ru/domains_data/files/November7/K %20VOPROSU %20O %20PONYaTIYaH %20UX %20UI %20DIZAYNA.pdf](https://alley-science.ru/domains_data/files/November7/K%20VOPROSU%20O%20PONYaTIYaH%20UX%20UI%20DIZAYNA.pdf) (дата обращения: 08.03.2023).
3. Тепляков, В. А. Статья «Юзабилити сайта как фактор повышения конкурентоспособности компании» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/yuzabiliti-sayta-kak-faktor-povysheniya-konkurentosposobnosti-kompanii/viewer> (дата обращения: 09.03.2023).
4. Гайдлайн Material Design [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://m3.material.io/get-started> (дата обращения: 09.03.2023).
5. Комиссия по ценным бумагам и биржам. Отчетность компании SNAP.INC [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://s25.q4cdn.com/442043304/files/doc_presentations/presentation/2021/Snap-Inc.-2020-Annual-Report.pdf (дата обращения: 04.03.2023).
6. Аран, А. Статья «Snapchat: Самая популярная социальная сеть среди подростков США» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.visualcapitalist.com/snapchat-the-most-popular-social-media-among-us-teens/> (дата обращения: 06.03.2023).

Роль и подходы к UI-дизайну на примере обучающего контента

Давыдова Ирина Денисовна, студент магистратуры
Московский государственный институт культуры (г. Химки)

Ключевые слова: графический дизайн, обучающие курсы, UX, UI, оформление образовательных материалов, визуальный дизайн, маркетинг, целевая аудитория, студенты.

Цель настоящего исследования: Выявление особенностей и принципов формирования и оформления обучающего онлайн-материала.

Основные задачи исследования:

- Раскрыть понятие UI дизайна, его роль и возможности влияния на восприятие материала обучающимися
- Изучить различные подходы UI дизайна
- Сформулировать принципы создания грамотного UI дизайна на примере онлайн курсов

Объект исследования: Электронные ресурсы с различными форматами образовательного контента.

Актуальность: «28 сентября 2022 года вице-премьер Дмитрий Чернышенко рассказал, что в России насчитывается около 130 млн интернет-пользователей, что составляет практически 90 % населения страны»³, а это база развития рынка онлайн-образования. Онлайн образование в России активно развивается: большие корпорации делают ежемесячно внутренние курсы для сотрудников, много стартапов с предложением освоить новую профессию и даже в рамках привычных офлайн университетов открывают «Цифровые кафедры».

Если есть рынок, есть и конкуренция, и важно уметь выделиться и удержаться на нём. На рынке онлайн-образования важную роль играет продуманный UI (пользовательский интерфейс) — инструмент взаимодействия с потребителем, который позволяет не только привлечь, но и управлять аудиторией. В 2023 году потребители уже избалованы и ожидают априори от цифрового продукта красивый внешний вид.

Заемствованное иностранное «UI (User Interface) Design» уходя от всех иностранных слов, вошедших в привычный оборот, звучит, как «Замысел пользовательского взаимодействия» — это наука о том, как создавать эффективный «язык общения» для взаимодействия человека с продуктом, сервисом или системой и даже не цифровым предметом. В определении главную роль играет слово «Взаимодействие» — так как именно его описывают UI-дизайнеры: будь то свайп, нажатие кнопки, или поворот ключа, для заведения автомобиля. Далее появляется описание вида этого взаимодействия, его цвет, форма, то, как сделать его интуитивно понятным пользователю.

UI-дизайн отвечает, к примеру, за удобство попадания на кнопку, цветовую гамму и насколько удобочитабельный текст. UI-дизайн является важным аспектом и при создании образовательного контента, потому что именно он определяет, насколько хорошо пользователи смогут воспринимать и запоминать информацию, представленную в обучающем курсе.

UI-дизайн — это инструмент продвижения, удержания, а также общения и высказывания уважения к потребителю.

Маркетологами уже давно доказано, что большинство людей пренебрегают поговоркой: «Не стоит судить книгу по обложке». Это касается и электронных ресурсов любой формы от сайтов и презентация до видеороликов и метавселенных. Можно безумно долго доказывать полезность своих курсов и качество их материала, но без красивой упаковки и грамотной разложенной информации, они являются лишь монолитом текста.

При создании обучающих курсов, уроков, статей многие делают акцент на объем контента, пренебрегая его структурой и оформлением. В то время как продуманное оформление сильно влияет и на маркетинговую составляющую, повышая доверие и интерес к курсам, и оказывает влияние на эффективность самого обучения.

Когда материал структурирован, грамотно скомпонован, разбавлен визуальными примерами, обучающимся становится приятно возвращаться к нему, проще в нем находить нужные части. Способность быстрой навигации по контенту и отсутствию «воды» даёт возможность обучающимся пользоваться материалом, как справочной-шпаргалкой при практической работе.

Так мы приходим к пониманию того, что нужно делать не «курсы ради курса», а понимать потребности и восприятие материалов нашей целевой аудиторией, а для этого нужно её проанализировать.

Знания дизайнером теорий цвета, композиций мало, надо также понимать много специфик маркетинга, психологии и экономики. Так «целевая аудитория» — потенциальные потребители, но из базовых понятий экономики мы знаем, что это не одно и то же, что и покупатель продукции. Поэтому UI-дизайн нужно делать для пользователей и учитываем мнение покупателей, а значит иметь под рукой психологический портрет и опыт и тех, и других. Для избежания дальнейшей путаницы в терминологии уйдем от популярного термина «целевая аудитория», а если речь идет и о «покупателях» и о «пользователях» далее в статье будет просто «аудиторией», с пониманием того, что это круг лиц, с которыми мы можем взаимодействовать. Знание своей аудитории позволяет нам подойти к прорабатыванию маркетинговой стратегии и UI более осмысленно и подготовленными, построить грамотную коммуникацию с потребителем для достижения своих целей.

Помимо самой подачи материала в приятном и воспринимаемом слушателями виде, UI как инструмент маркетинга может управлять не только вниманием, но и призы-

вать к действиям пользователей. Наиболее яркий пример влияния UI можно наблюдать у потребителей дошкольного возраста, когда весь интерфейс подстроен под детское восприятие — большие буквы, яркие картинки, а ещё лучше персонаж, который сопровождает ребенка на протяжении всего обучения, вовлекая его в процесс изучения. В такой ситуации с первого взгляда кажется, что вставлять рекламу и призывать к оплате потребителя бесполезно и незаконно. Однако надо понимать, что ребенок является потребителем нашего продукта, но не покупателем. В таком случае можно использовать UI и призвать пользователя позвать взрослого и ответственного человека, всего лишь добавив в интерфейс мелкий шрифт и сложный пример. Данные объекты отключают внимание ребенка и вызовет потребность позвать родителей, а в идеале убеждая их по пути к девайсу, что ему нужно продолжение, а там что-то не то сейчас.

Задача дизайнера значительно больше, чем нарисовать красивую картинку. Поэтому важно заказчику предоставить максимум информации в техническом задании, помимо основных целей, задач, сроков проекта необходимо:

1. Описание среднестатистического потребителя или несколько сегментов потребителей и их потребности.
2. Примеры конкурентов и сильные стороны их дизайна.
3. Описание брендинга, стиля, принципов и корпоративной социальной ответственности компании. Последнее это концепция, в соответствии с которой организация учитывает интересы общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на социум.
4. Описание основной функциональности и принципов работы интерфейса.
5. Требования к анимации и интерактивности элементов.
6. Требования к адаптивности и мобильной версии.
7. Маркетинговую стратегию продвижения продукта

Можно много и долго описывать идеальный UI-дизайн, где стараться выжить из него максимум пользы для маркетинга, продаж, удовлетворения ожиданий пользователя, SEO-оптимизации разработки, однако и по стоимости такой дизайн выйдет в многих случаях не оправданно дорого. Так как это работа включает и экономистов, и юристов, и маркетологов с дизайнерами и, конечно, разработчиков.

Однако заказчик может выбрать для себя более экономически целесообразный подход, выделив приоритеты. Существует несколько подходов к созданию UI-дизайна:

1. User-Centered Design (UCD) — фокусируется на нуждах и ожиданиях пользователей. Цель — создание интерфейса, который максимально удовлетворяет потребностям пользователей.
2. Visual Design — уделяет много внимания визуальному аспекту интерфейса. Визуальный дизайнер использует разнообразные элементы, такие как цвет, текстуру, форму и т. д., для создания привлекательного и легко запоминающегося интерфейса.

3. Function-Driven Design — уделяет больше внимания функциональности интерфейса, а не его внешнему виду. Дизайнер сосредоточен на разработке удобных и интуитивно понятных функций, которые будут находиться в центре внимания пользователей.

4. Agile Design — основан на методологии Agile, которая предполагает быструю итеративную разработку. Дизайнер работает в тесном сотрудничестве с разработчиками и потребителями, чтобы быстро создавать итерации интерфейса и тестировать их на реальных пользователях. Однако такой подход сравним с взглядом через замочную скважину. Дизайнеру приходится работать поэтапно, разбивая целое на части, что зачастую приводит к созданию «Франкенштейнов».

5. Cross-Functional Design — подразумевает обмен знаниями между дизайнерами, разработчиками, маркетологами и другими заинтересованными сторонами. Члены команды тесно сотрудничают и обмениваются опытом, чтобы создать полноценный и эффективный интерфейс.

Проанализировав рынок, получилось сформировать семь основных принципов грамотного UI-дизайна в целом и несколько для онлайн-образования:

1. Консистентность или однородность дизайна: Весь интерфейс должен быть нацелен на облегчение использования продукта, снижать когнитивную нагрузку, за счет того, что похожие элементы функционируют одинаково и делают взаимодействие интуитивно понятным. В обучающем контенте не только создает ощущение знакомства у пользователей, но и помогает учащимся легче понимать информацию.

2. Простота: UI-дизайн должен быть простым и понятным для пользователей. Пользователи должны с легкостью находить основную информацию и направляться на то, что им нужно. Возможно, какие-то подсказки, карта сайта, использование популярных интерфейсов.

3. Наглядность: у UI-дизайна должны быть яркие, понятные и наглядные иллюстрации и графика.

4. Психология цвета: цветовая схема должна соответствовать типу курсов, которые предлагаются. Яркий и красочный интерфейс может быть ненужным, если материал серьезный и требует сосредоточенности. Стоит помнить, что цвета могут вызывать различные эмоции и настроения у разных сегментов пользователей.

5. Минимализм: современные UI-дизайны ориентируются на минимализм, вдохновленные не только сканди-

навским дизайном, но и заботясь о пользователе и их перегруженности информативным шумом.

6. Респонсивный и адаптивный дизайн: дизайн должен быть отзывчивым и адаптивным на разное количество экранов и устройств, которые используют пользователи. Это поможет обеспечить удобство и эффективность использования продукта.

7. Уникальность: UI-дизайн должен быть индивидуальным и отражать уникальные особенности курса и пользователей.

8. Типографика: Четкие, разборчивые шрифты облегчают процесс обучения и способствуют лучшему запоминанию информации. Важно грамотно подобрать и размер шрифта и межстрочные и межбуквенные интервалы.

9. Обратная связь и подтверждение: Обратная связь и подтверждение необходимы для того, чтобы помочь учащимся понять свой прогресс и дать им чувство выполненного долга.

10. Доступность: Важно разрабатывать дизайн с учетом доступности, чтобы гарантировать, что все учащиеся, включая людей с ограниченными возможностями, могут получить доступ к контенту и использовать его.

11. Использование визуальных элементов: Визуальные элементы, такие как иконки, изображения и видео, могут сделать процесс обучения более интерактивным и увлекательным.

12. Использование геймификации: Использование элементов геймификации, таких как значки, награды и индикаторы прогресса, может сделать процесс обучения более увлекательным и приятным.

13. Персонализация: Персонализация процесса обучения может помочь учащимся почувствовать себя более вовлеченными в процесс и помочь им достичь лучших результатов.

14. Использование микровзаимодействий: Микровзаимодействия, такие как эффекты наведения курсора мыши и анимация щелчков мыши, могут сделать процесс обучения более увлекательным и интерактивным.

Если грамотно подойти к задаче UI-дизайна, заранее понять пользователя, продумать приоритеты и цели проекта, выбрать подход к реализации задачи, а также оценить конкурентов — то можно не только качественно сделать ресурс, но и сэкономить на доработках и двойной, а то и неэффективной работе.

Литература:

1. «UX дизайн. Практическое руководство по проектированию опыта взаимодействия», Рас Унгер, Кэролайн Чендлер, 2011, 327 стр.
2. «Интерфейс. Основы проектирования взаимодействия». А. Купер, Р. М. Рейманн, Д. Кронин, К. Носсел 2009, 621 стр.
3. <http://government.ru/news/46639/> — Сайт правительства России

Разработка веб-приложения для малого предприятия

Кузнецов Данила Денисович, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (г. Зеленоград)

С каждым годом компании все больше и больше переносят свой бизнес в Интернет. С помощью веб-приложений они могут лучше взаимодействовать с клиентами и более качественно предоставлять услуги. Потенциальный клиент может отслеживать этап выполнения заказа, следить за новостями компании, узнавать о новых предложениях и договариваться с помощью удобного интерфейса.

На веб-ресурсе таких компаний клиенты находят много полезной информации. Таким образом, они привлекают больше внимания к своим услугам и могут получать больше прибыли. Очень многое в то же время зависит от качества веб-приложения. По данным статистики около половины пользователей покидают страницу, если она не была загружена в первые 3 секунды.

Для разработки будет использован стек MERN. В него вносится только одно изменение: СУБД MongoDB заменяется на MySQL. Это связано с тем, что MongoDB предназначена для масштабируемых больших проектов, каким не является веб-приложение для малого предприятия.

Для управления данными будет использоваться MySQL. Данная реляционная СУБД обладает высокой скоростью работы, а также отвечает главным требованиям ACID (атомарность, согласованность, изолированность и устойчивость). Данная БД требует тщательного проектирования, но скорость изменения основных таблиц позволяет ускорить загрузку страниц в несколько раз.

Для успешной работы серверной части будет использоваться Express и Node. Express — это фреймворк, который позволит существенно сократить время разработки. С помощью него можно быстро сделать тестовое API, отображением которого займется браузер пользователя.

Node JS был выбран по причине того, что он является одним из самых быстрых способов общения с сервером. Из диаграммы видно, что Node уступает по скорости только Go. Сейчас Node становится все большим стандартом для индустрии, то есть для реализации проектов на нем существует большее количество литературы, что также хорошо сказывается на проекте.

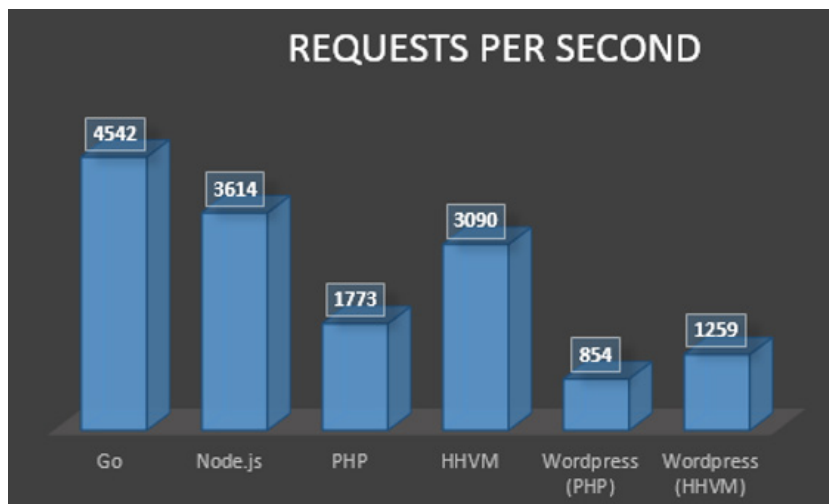


Рис. 1. Диаграмма запросов в секунду

Для отрисовки содержимого сайта будет использован фреймворк React. При создании интерфейса вариант с нативным JavaScript отбрасывается сразу в виду того, что такой вариант крайне продолжителен и дорог в разработке. Для более эффективного процесса создания веб-приложения нужно выбрать один из 3 фреймворков: React, Angular, Vue.

Vue является независимой разработкой, контроль за которой осуществляет только Эван Ю. Это фреймворк подходит для малых приложений, но он совершенно непригоден для серьезных компаний. Из-за того, что раз-

работку осуществляет только один человек без команды, в случае появления ошибок, только он сможет их устранить. Такой выбор технологии грозит компании большими убытками.

Angular разрабатывается Google, что автоматически делает его более надежным и долго поддерживаемым средством разработки. Он часто применяется в больших веб-приложениях, откуда вытекают его главные минусы: большой объем занимаемой памяти, медлительность, тяжесть разработки. Для сайта малого предприятия такая технология будет избыточна.

Сравнение фреймворков JavaScript

	Angular	React	Vue
Уровень сложности	высокий	средний	низкий
Размер файла	500 кб	100 КБ	80 кб
Время загрузки	большое	вреднее	малое
Google Trend (результаты поиска)	50 (в среднем)	90 (в среднем)	45 (в среднем)
Stackoverflow Survey (результаты поиска)	74	203	43
Stackoverflow Job (результаты поиска)	12	35	03
Upwork (результаты поиска)	726	816	257
Запущен в	2010	2013	2014
Текущая версия	7	16.6.3	2.17
Используется	Google, Wix	Facebook, Uber	Алибаба, Гитлаб
Официальный сайт	angular.io	react.org	vuejs.org

React создается компанией Facebook, что является гарантом хорошего ПО. React менее тяжеловесный, чем Angular и более надежный, чем Vue. Более подробный анализ фреймворков можно найти в таблице. Таким образом, React является очевидно хорошим выбором для нашей разработки.

Разрабатываться приложение будет в одной IDE — Webstorm. Это окружение позволяет использовать новейшие технологии в программировании и быстро собирать проект в готовый ресурс. Также для контроля версий будет использоваться Git.

Git представляет удобные средства для отслеживания версии проекта и добавления нового функционала. С помощью комментариев можно обозначить вносимые изменения, а с помощью технологии веток можно быстро добавить новую функцию. В случае если функция заставит приложение работать не так, как нужно, то очень быстро можно «исключить» ее из кода и вернуться к старой версии.

Важной отличительной особенностью проекта является создание SPA. Данный формат веб-приложения расшифровывается как Single Page Application, что дословно можно перевести как «приложение на одной странице». Страница в случае обновления не будет перезагружаться

полностью, она просто будет подгружать недостающие модули, в то время как заново перерисовывать весь веб-сервис нет никакой необходимости.

Технология SPA широко применяется и в других веб-приложениях. Для того, чтобы загрузить сразу все модули страницы требуется время, но если приложение небольшое, то первоначальное время загрузки составит менее 1 секунды. Таким образом, в нашем случае такой тип веб-приложения будет оправдан.

Также планируется введение административной страницы сайта, чтобы сотрудник мог, не выходя с адреса своего предприятия вносить изменения в базу данных. Это стоит реализовать в веб-приложении, потому что сотрудники компании часто тратят время на то, чтобы разобраться с непонятным интерфейсом административных страниц, сделанных не для удобства использования, а для того, чтобы можно было просто манипулировать базами данных.

В случае успешного выполнения всего вышеперечисленного, можно добавить интеграцию с другими веб-приложениями. Это позволит клиентам компании сравнивать цены с конкурентами, узнавать точное местоположение компании на интерактивной карте, автоматически звонить и отправлять письма с помощью форм.

Литература:

1. <https://habr.com/ru/company/ddosguard/blog/499756/> (дата обращения 16.10.2022)
2. <https://soshace.com/node-js-experience/> (дата обращения 16.10.2022)
3. <https://webformymself.com/sravnenie-angular-react-i-vue-v-2019-godu/> (дата обращения 16.10.2022)

Автоматизация бизнес-процессов

Мусин Марат Ханифович, студент

Научный руководитель: Торкунова Юлия Владимировна, доктор педагогических наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

Данная научно-исследовательская работа посвящена теме автоматизации бизнес-процессов. В работе были рассмотрены основные аспекты автоматизации бизнес-процессов, ее польза для предприятия, а также инструменты и технологии, которые могут быть использованы для ее реализации. Были выявлены преимущества и недостатки автоматизации бизнес-процессов, а также проанализированы существующие проблемы, связанные с внедрением и использованием систем автоматизации. На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что автоматизация бизнес-процессов является важным инструментом для повышения эффективности и качества работы предприятия, а правильный выбор инструментов и технологий может привести к улучшению конкурентоспособности и прибыльности предприятия.

Ключевые слова: бизнес-процессы, автоматизация, эффективность, качество, конкурентоспособность, инструменты, технологии, системы автоматизации, предприятие, прибыльность, клиенты.

Современные предприятия все больше и больше обращают внимание на автоматизацию своих бизнес-процессов. Автоматизация бизнес-процессов (АБП) — это использование информационных технологий для оптимизации и улучшения процессов на предприятии. Она позволяет повысить эффективность бизнес-процессов, уменьшить затраты на их выполнение и повысить качество продукции или услуг.

Целью данного исследования является изучение и анализ применения автоматизации бизнес-процессов на предприятии, а также определение преимуществ и недостатков данного подхода.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- Изучить теоретические аспекты автоматизации бизнес-процессов на предприятии;
- Рассмотреть практические примеры успешной реализации автоматизации бизнес-процессов;
- Выявить преимущества и недостатки автоматизации бизнес-процессов на предприятии;
- Определить перспективы развития автоматизации бизнес-процессов на предприятии.

Автоматизация бизнес-процессов на предприятии является процессом, который включает в себя использование информационных технологий для автоматического выполнения бизнес-процессов. Она позволяет повысить эффективность и точность процессов, а также сократить время на их выполнение.

Для реализации АБП на предприятии необходимо проанализировать существующие бизнес-процессы, выявить возможности их оптимизации и улучшения, а затем выбрать соответствующие инструменты и технологии для автоматизации этих процессов.

Многие предприятия уже внедрили автоматизацию бизнес-процессов и достигли значительных результатов. Например, компания «Tesla» использует автоматизацию бизнес-процессов для управления производственными операциями и отслеживания состояния машин в ре-

альном времени. Это позволяет компании быстро реагировать на возникающие проблемы и улучшать качество продукции.

Другой пример — компания «Amazon», которая использует автоматизацию бизнес-процессов для управления логистическими операциями и доставки товаров. Благодаря этому компания может быстро и эффективно обрабатывать заказы и доставлять товары своим клиентам.

Одним из главных преимуществ автоматизации бизнес-процессов является повышение эффективности работы предприятия. Автоматизация позволяет сократить время на выполнение процессов и уменьшить количество ошибок. Также она улучшает качество продукции или услуг, повышая уровень удовлетворенности клиентов.

Однако автоматизация бизнес-процессов также имеет некоторые недостатки. Во-первых, стоимость внедрения и поддержки системы автоматизации может быть довольно высокой. Во-вторых, некоторые процессы могут быть слишком сложными для автоматизации или не иметь явного алгоритма выполнения, что затрудняет их автоматизацию.

Современные технологии и развитие искусственного интеллекта позволяют разрабатывать все более продвинутые системы автоматизации бизнес-процессов. В будущем можно ожидать еще большего распространения этой практики на предприятиях, а также развития новых инструментов и технологий для автоматизации процессов.

Автоматизация бизнес-процессов на предприятии является важным инструментом для повышения эффективности и качества работы предприятия. Она позволяет сократить время на выполнение процессов, уменьшить количество ошибок и повысить удовлетворенность клиентов. Однако автоматизация также имеет свои недостатки, связанные с высокой стоимостью внедрения и поддержки системы автоматизации, а также с трудностью автоматизации некоторых процессов.

Несмотря на это, автоматизация бизнес-процессов остается одним из ключевых трендов в современном бизнесе. В будущем можно ожидать дальнейшего развития этой практики и появления новых инструментов и технологий для автоматизации бизнес-процессов.

В результате исследования можно сделать вывод, что автоматизация бизнес-процессов является важным инструментом для повышения эффективности и качества

работы предприятия. Для успешной реализации автоматизации необходимо правильно выбрать инструменты и технологии, учитывать специфику бизнес-процессов и обучать персонал использованию системы. Однако, при правильном подходе, автоматизация бизнес-процессов может значительно улучшить конкурентоспособность предприятия и привести к росту прибыли и удовлетворенности клиентов.

Литература:

1. Драчева, В. И. Автоматизация бизнес-процессов / В. И. Драчева. — Текст: электронный // cyberleninka: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-biznes-protsesov> (дата обращения: 04.05.2023).
2. Филлипов, М. В. Автоматизация бизнес-процессов в компании: решения и проблемы современного менеджмента / М. В. Филлипов. — Текст: электронный // elibrary: [сайт]. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25409334> (дата обращения: 04.05.2023).
3. Business Process Model and Notation. — Текст: электронный // BPMN.org: [сайт]. — URL: <https://www.bpmn.org> (дата обращения: 04.05.2023).
4. Gartner. — Текст: электронный // Gartner: [сайт]. — URL: <https://www.gartner.com> (дата обращения: 04.05.2023).
5. Automation: What it is, and why it matters. — Текст: электронный // IBM: [сайт]. — URL: <https://www.ibm.com/topics/automation> (дата обращения: 04.05.2023).

Цифровые инновации в сфере государственных услуг

Пенькова Наталия Дмитриевна, студент магистратуры

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (г. Москва)

В статье определены теоретические и практические аспекты инноваций в сфере государственных услуг. Представлены виды инноваций в сфере государственных услуг, а так же классификация государственных электронных услуг. В настоящее время цифровые инновации в предоставлении государственных услуг становятся необходимостью и касаются различных областей жизни общества.

Ключевые слова: государственные услуги, инновации, система, общество, население, электронное правительство, власть, форма, деятельность.

Современное государство существует в таких условиях, что эффективность его политики оценивается как качеством деятельности органов государственного управления, так и качеством предоставления услуг населению. Жителям нужно и важно получить услугу на высоком уровне, а для этого органы государственного управления должны обеспечить соответствующий уровень услуг и минимизировать затраты на их предоставление.

«На сегодняшний день единая трактовка понятия государственной услуги отсутствует. Под государственными услугами в общем смысле принято понимать деятельность, реализуемую органами власти и местного самоуправления в соответствии с законодательством Российской Федерации» [5, с. 1].

В Российской Федерации за последние несколько лет достигнуты заметные успехи в системе государственного управления, в особенности предоставления государственных услуг в электронной форме [4, с. 197].

На рисунке 1 представлены виды инноваций в сфере государственных услуг.

Одним из толчком для этого стало принятие Федерального закона от 27 июля 2010 № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» [1]. Примерами данной деятельности можно считать создание и реализация проекта «Электронное правительство» и, в частности, ключевые его звенья: сеть многофункциональных центров (МФЦ) по всей стране и портал «Госуслуги».

Электронное правительство даёт возможность государственным органам взаимодействовать между собой посредством системы межведомственного электронного взаимодействия (далее — СМЭВ), гражданам через сеть интернет [3, с. 16]. Например, получать государственные услуги, проактивные уведомления, оплачивать и обжаловать госпошлины, штрафы и задолженности, дистанционной подачи ходатайства без личного посещения судебных приставов через Единый портал. Электронное Правительство



Рис. 1. Виды инноваций в сфере государственных услуг [4, с. 197].

России — это комплекс информационных систем для предоставления государственных услуг в электронном виде.

Государственные электронные услуги можно классифицировать (рисунок 2).

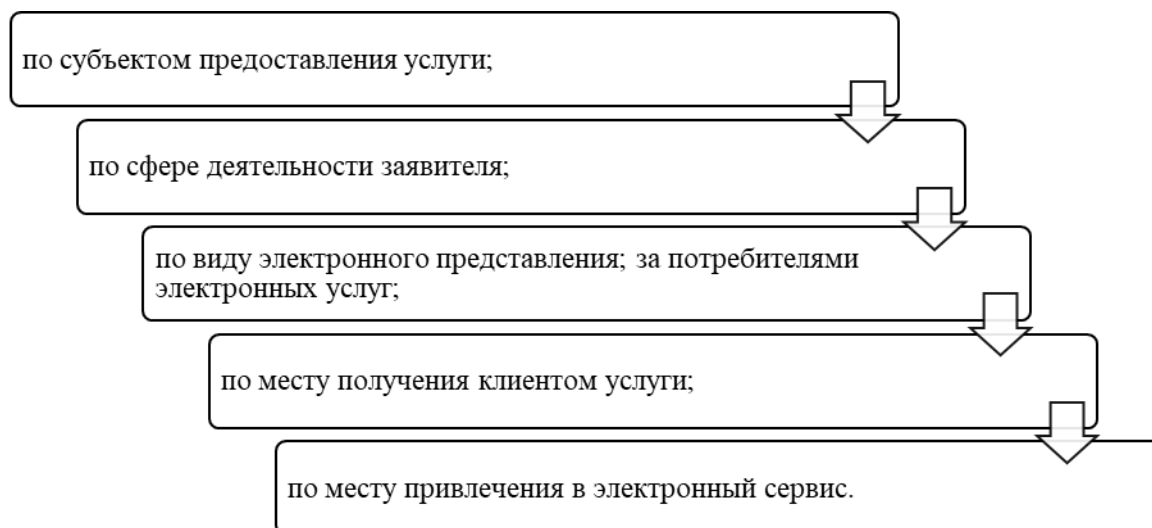


Рис. 2. Классификация государственных электронных услуг [4, с. 197]

Таким образом, предоставление государственных услуг в электронном виде является одним из основных направлений концепции «Электронного правительства». Следует отметить, что внедрение «электронного правительства» демонстрирует большие преимущества для дальнейшего развития сектора услуг.

Рассмотрим Единый портал государственных и муниципальных услуг (далее — Единый портал) как одну из цифровых инноваций в сфере государственных услуг.

Единый портал начал своё функционирование с 25 ноября 2009 года — федеральная информационная система. Единый портал в РФ пользуется большими оборотами и существенно повлиял на жизнь каждого гражданина, предпринимателя и юридического лица. Преимущества: сократились сроки; улучшилось качество предоставления услуг, объединение в одном ресурсе услуг государственных учреждений [6, с. 2855].

В Едином портале на сегодняшний день зарегистрировались 100 млн. человек, что составляет 69 % населения

страны. За весь 2022 год зарегистрированных пользователей на Едином портале увеличилось на 11 %. Количество пользователей Единого портала значительно выросло в связи с увеличением доступных услуг для граждан в электронном виде

Федеральные органы исполнительной власти, исполнительные органы государственной власти субъектов РФ, используют свои официальные сайты и информационные системы, размещенные в сети интернет. При этом, Единый портал может объединить информационные системы всех ведомств, а также размещать информацию и сведений о государственных услугах, сроках предоставления и т. д. Это значительно ускорит множество процедур.

Единый портал в Российской Федерации обеспечивает (рисунок 3).

В 2022 году на Едином портале реализована возможность получения гражданами проактивных уведомлений о возникновении прав на меры социальной поддержки при наступлении жизненных событий «Рождение ребенка»,

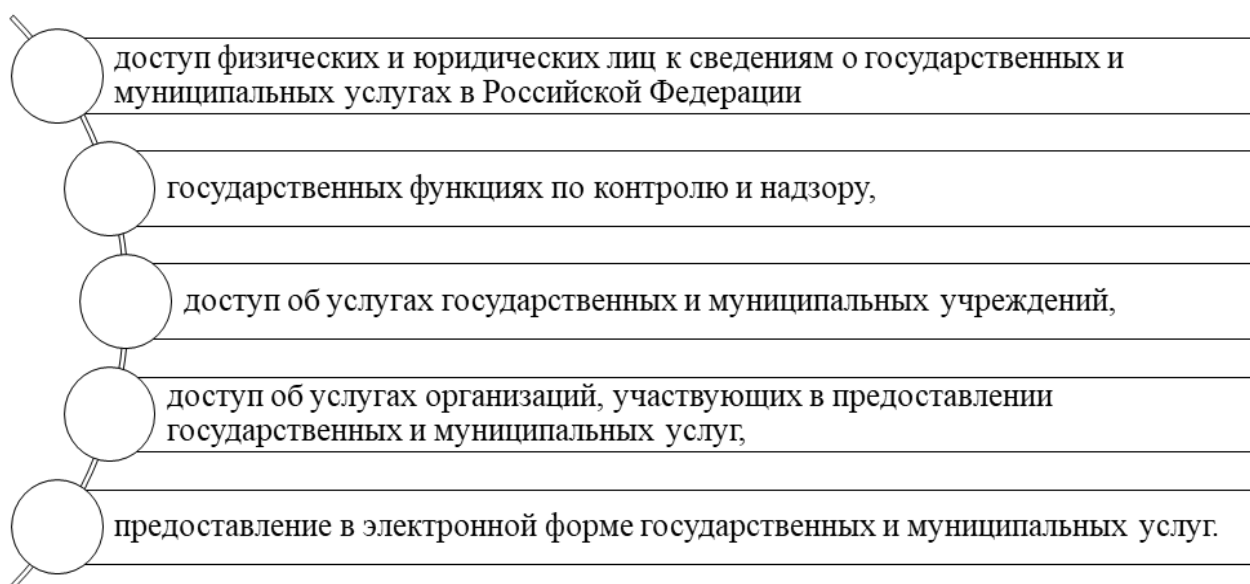


Рис. 3. Возможности Единого портала в РФ [6, с. 2855].

«Установление инвалидности» и «Наступление пенсионного возраста». Кроме того, реализован сервис, позволяющий получить выписку о назначенных мерах социальной поддержки с персонифицированной информацией о каждом факте назначения, включая название, размер, срок и периодичность выплат. Также обеспечена возможность получения справки с полным перечнем полагающихся гражданину социальных услуг, справки о размере пенсии и иных выплат, а также возможность подачи заявления на корректировку сведений индивидуального лицевого счета. С 1 сентября 2021 года доступен сервис обжалования постановлений по делу об административном правонарушении в области дорожного движения, позволяющий осуществить просмотр постановлений и фотоматериалов, получить уведомление о вынесении постановления, а также подать жалобу на постановление в электронном виде.

Таким образом, цифровой инновацией в сфере государственных услуг стал Единый портал. Портал является системой электронного правительства. Создание Единого портала как составной части электронного правительства государства принесло огромную пользу гражданам. Но для того, чтобы реализовать преимущества электронных технологий, требуется решить несколько задач:

- внедрить необходимые технологии;
- наладить обмен данными между разными государственными структурами;
- добиться укрепления доверия к электронным технологиям среди населения.

Подводя итог, стоит отметить развитие цифровизации в предоставлении государственных услуг становится необходимостью и касается различных областей жизни общества.

Литература:

1. Федеральный закон от 27.07.2010 № 210-ФЗ (ред. от 30.12.2020) «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021) // Собрание законодательства РФ. 02.08.2010. № 1. Ст. 4179.
2. Постановление Правительства РФ от 26.03.2016 № 236 (ред. от 21.08.2020) «О требованиях к предоставлению в электронной форме государственных и муниципальных услуг» // Собрание законодательства РФ. 11.04.2016. № 15. Ст. 2084.
3. Косоруков, А. А. Цифровое государственное управление: учебное пособие / А. А. Косоруков. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 226 с.
4. Меретукова, И. В. Специфика оказания электронных государственных и муниципальных услуг / И. В. Меретукова // Эпомен. — 2021. — № 65. — с. 197–203
5. Пизиков, С. В. Общественное управление как инструмент повышения качества государственных услуг // Экономика Центральной Азии. — 2022. — Том 6. — № 2. — с. 1–5
6. Соловейкина, О. Ю. Совершенствование процесса предоставления государственных и муниципальных услуг в условиях цифровой трансформации / О. Ю. Соловейкина, С. А. Трыканова // Инновации. Наука. Образование. — 2022. — № 50. — с. 2855–2859.
7. Чотчаев, А. М. Анализ региональной модели развития цифрового общества в структуре оказания государственных и муниципальных услуг: принцип единого окна / А. М. Чотчаев // Мировая наука. — 2022. — № 1(58). — с. 157–162.

Универсальный Telegram-бот для магазина розничной торговли

Пугаченко Дарья Олеговна, студент;
Уварова Анастасия Викторовна, старший преподаватель
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

В статье автор описывает принципы работы универсального Telegram-бота для магазина розничной торговли.

Ключевые слова: бот, разработка бота, магазин, мессенджер.

В современном мире, где темп жизни становится все быстрее, а людям необходим всё больше успевать сделать за меньшее количество времени, где телефонная связь уступает по популярности текстовым перепискам в популярных мессенджерах и даже нет времени на установку новых приложений, чат-боты приобретают всю большую популярность среди пользователей. В настоящее время наиболее популярным мессенджером для общения среди русскоязычных пользователей является Telegram. Начиная с марта 2022 года, популярность Telegram постоянно растёт. Так в это период сервис Telegram в России обошел WhatsApp, тем самым став самым популярным мессенджером в стране [1]. А уже в марте 2023 года Telegram впервые опередил видео-хостинг YouTube по такому показателю, как ежедневная аудитория. Из-за большого притока аудитории мессенджер Telegram стал хорошей площадкой для выхода бизнеса в онлайн, также этому способствует политика разработчиков мессенджера, которые предлагают широкий спектр возможностей для создания удобных, функциональных инструментов для продвижения бизнеса, например: чат-боты [2].

Чат-бот — это программа, имитирующая диалог с живым человеком в различных мессенджерах, социальных сетях и на сайтах. Особенно развита тема ботов в мессенджере Telegram. Это обусловлено широкими возможностями, предоставляемыми при разработке бота: хорошая документация, большой спектр доступных функций, много доступных и лёгких в использовании библиотек.

Чат-бот имеет большое количество преимуществ по сравнению с работником колл-центра:

- Бот способен отвечать на запросы в любое время суток, в то время как человеку нужно время для отдыха и перерывов

- Бот, как правило, даёт правильный ответ на поставленный клиентом вопрос

- Бот не бывает в плохом настроении, в отличие от человека

- Бот не может забыть ответить на запрос клиента

Также бот имеет ряд преимуществ по сравнению с сайтом:

- Создание и содержание чат-бота обходится предпринятию в разы дешевле, нежели создание и содержание сайта;

- Для использования чат-бота не нужно переходить по сторонним ссылкам, поэтому отсутствует возможность «заразить» компьютер вирусами.

Современный бизнес развивается быстрыми темпами, стараясь захватить все более обширный рынок сбыта. Этому активно способствует развитие современных технологий, например: чат-боты, позволяющие продавать товары в интернете, продвигать магазин в различных социальных сетях и мессенджерах.

Так как каждый бизнес имеет свою специфику и свои особенности, была поставлена задача разработки универсального бота, способного обеспечивать хотя бы минимальный функционал для любого предприятия, торгующего какой-либо продукцией.

Python — язык однопоточный, и любые команды в нем выполняются только после того, как завершилось выполнение предыдущей команды. Однако в случае с ботом программе необходимо отвечать на множество сообщений и делать это очень быстро. Можно, конечно, создавать огромное множество потоков выполнений, но такой вариант чаще всего неприемлем, и альтернативой выступает асинхронная реализация задачи [3].

Когда в потоке выполнения команды возникает какая-то пауза, например, работает функция и у нее при этом есть какое-то время ожидания, выделяется участок времени, который не занят решением алгоритма. Асинхронность в библиотеке Aioogram как раз позволяет заполнить эти промежутки, ускоряя работу бота и быстро отвечая на запросы от нескольких пользователей.

Клиент-серверная архитектура является основной архитектурой, используемой для создания ботов в Telegram. Как можно понять из названия, эта архитектура состоит из двух компонентов: клиентской части и серверной части.

Клиентская часть представлена приложением Telegram, которое устанавливается на устройства пользователей. Клиентская часть позволяет пользователям общаться друг с другом, состоять в различных каналах, а также использовать ботов.

Серверная часть представляет собой сервер Telegram, на котором хранятся данные пользователей, каналов и ботов. Сервер Telegram обрабатывает запросы от клиентской части и отвечает на них.

Когда пользователь отправляет сообщение боту, клиент Telegram отправляет запрос на сервер Telegram. Сервер Telegram обрабатывает запрос и отправляет ответ обратно клиенту Telegram. Затем клиент Telegram отображает ответ пользователю.

При работе с ботами в Telegram важно понимать, что все запросы и ответы проходят через сервер Telegram.

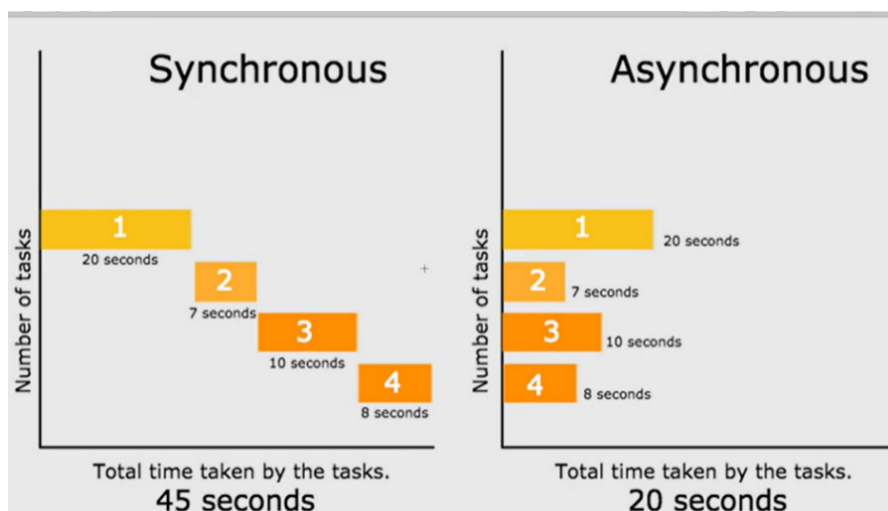


Рис. 1. Принцип выполнения асинхронного кода

Это означает, что бот должен быть подключен к Интернету, чтобы работать. Кроме того, сервер Telegram может ограничивать количество запросов, которые могут быть отправлены ботом за определенный период времени.

В качестве основного языка для разработки бота был выбран интерпретируемый язык Python, для удобного администрирования базы данных — фреймворк Django, а для прописывания логики функционирования бота — библиотека Aiogram. Данная библиотека в отличие от

других библиотек (Python-telegram-bot, Telepot) поддерживает асинхронную обработку запросов, что позволяет боту не приостанавливать работу с одним пользователем в тот момент, когда он отвечает на запрос другого пользователя.

С помощью указанных средств был реализован асинхронный чат-бот для магазина розничной торговли, имеющий функционал:

- возможность получения информации об актуальных скидках и акция в магазине (рисунок 2),

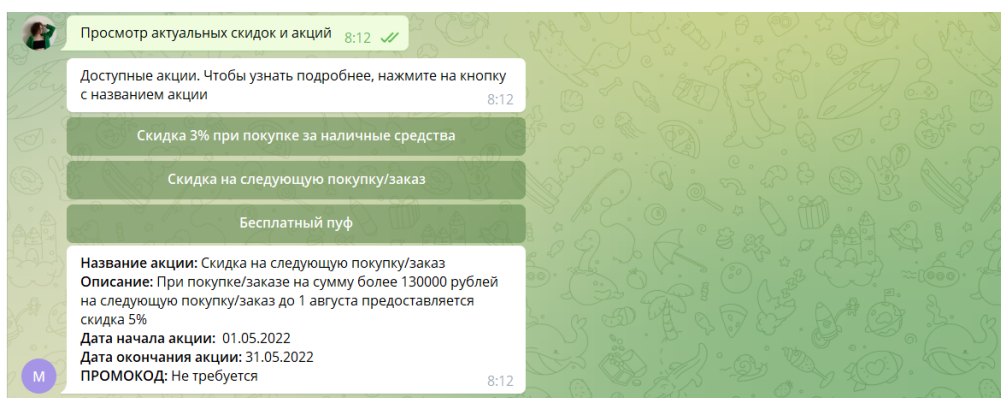


Рис. 2. Просмотр доступных акций

- возможность забронировать товар, находящийся в наличии в магазине,
- возможность просмотреть каталог товаров, а также оформить заказ на любой товар из него (рисунок 3),
- возможность подписаться на новостную рассылку в боте и отписаться от нее,
- возможность получения информации о статусе заказа, сделанного в данном магазине или об отсутствии заказа с введенным номером (рисунок 4),

- возможность получения информации о местонахождении, времени работы и контактного номера телефона магазина
- для администраторов Telegram-бота есть возможность прямо в диалоге с ботом создать рассылку по всем активным пользователям бота, а также обновить статусы подписки клиентов.

Панель администрирования, доступная администраторам бота имеет следующий вид (рисунок 5).

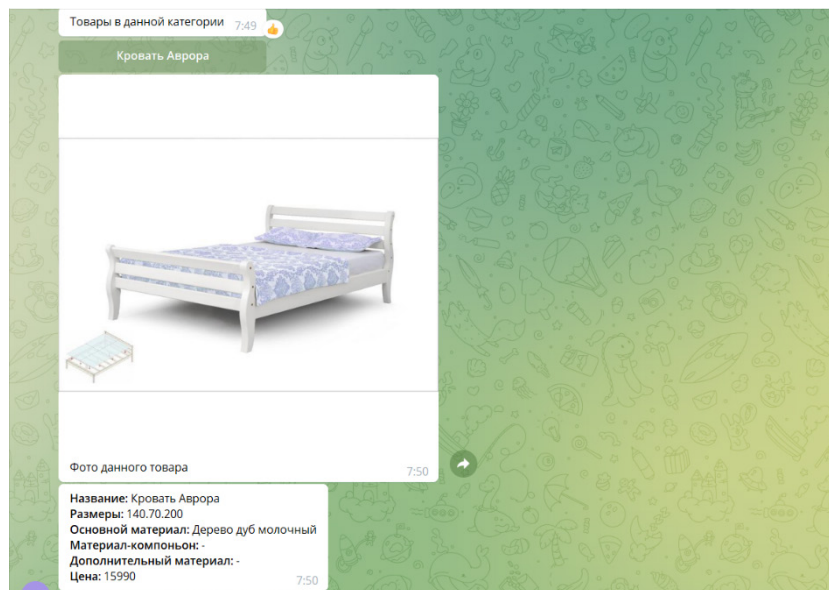


Рис. 3. Просмотр информации о товаре

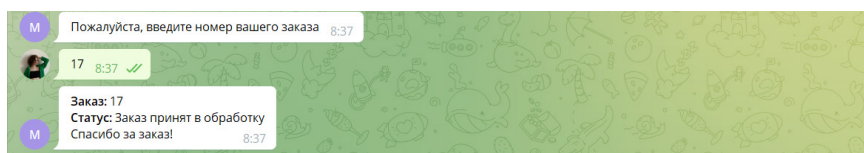


Рис. 4. Просмотр статуса заказа

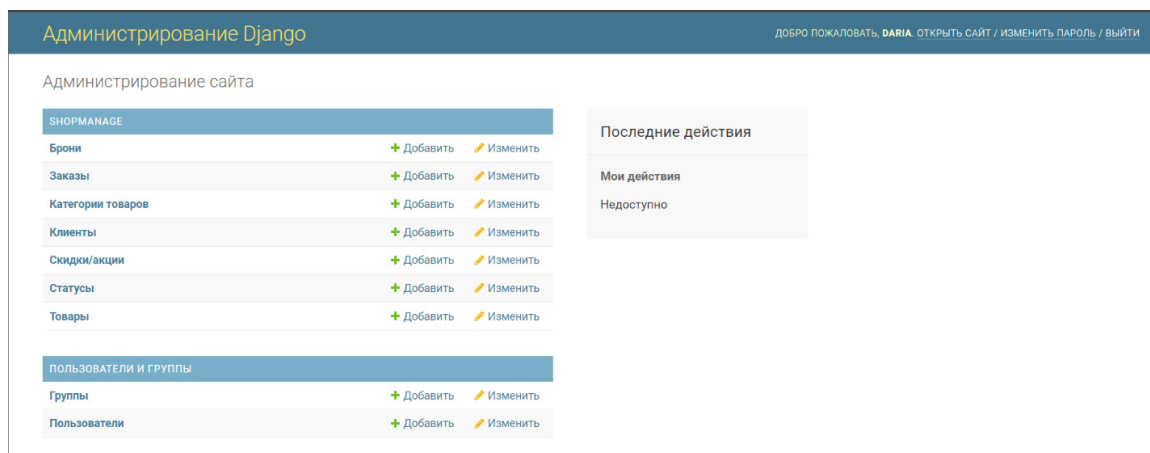


Рис. 5. Просмотр панели администрирования

Литература:

1. Telegram в марте впервые обогнал WhatsApp по популярности в России. — Текст: электронный // Известия: [сайт]. — URL: <https://iz.ru/1308028/2022-03-21/telegram-v-marte-vpervye-obognal-whatsapp-po-popularnosti-v-rossii> (дата обращения: 04.05.2023).
2. Лытнева Анна Андреевна, Дубинина Анна Эмировна Telegram как новая площадка в средствах массовой коммуникации // Материалы Афанасьевских чтений. 2020. № 2 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/telegram-kak-novaya-ploschadka-v-sredstvah-massovoy-kommunikatsii> (дата обращения: 04.05.2023).
3. Сергей, Бондаренко Telegram API: наглядный разбор с примерами / Бондаренко Сергей. — Текст: электронный // highload: [сайт]. — URL: <https://highload.today/telegram-api/> (дата обращения: 04.05.2023).

Цифровая трансформация аэропорта

Соколов Олег Аркадьевич, кандидат технических наук, доцент;

Полигаева Анастасия Леонидовна, студент

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации

В статье рассмотрены тренды цифровой трансформации, система «Умный аэропорт», основные барьеры для внедрения технологий. Показана актуальность использования цифровизации управления аэропортовой деятельностью.

Ключевые слова: аэропорт, «Умный аэропорт», цифровые технологии, цифровая трансформация.

На сегодняшний день цифровые технологии все больше проникают во все сферы жизни, в том числе и в транспортную отрасль. Модернизация транспортной отрасли играет важную роль в развитии цифровой экономики государства.

В авиации цифровизация началась уже давно и затрагивает самые разные направления. Масштабность и появление большого количества инновационных проектов стали следствием высокого уровня наукоёмкости и технико-технологической оснащённости и причиной активности процесса цифровой трансформации. По мере возрастания роли авиации увеличивался пассажиропоток аэровокзалов. [8] Повышенный спрос на авиаперевозки привёл к необходимости их модернизации в соответствии с последними тенденциями развития.

Аэропорт можно назвать своеобразным «двигателем» экономического развития любого крупного города. Ежедневно здесь обрабатывается огромный поток информации, и для его поддержания используются цифровые технологии и инновации, с помощью чего становится возможным решение многих задач.

Итак, какие можно выделить тренды цифровой трансформации аэропортов?

Базовым условием цифровой трансформации является создание цифровых платформ [6], включающих применение электронных перевозочных документов, создание инфраструктуры между государством и авиаотраслью, внедрение системы отслеживания грузов и мониторинга грузоперевозок, создание цифрового профиля пассажира, применение биометрии и т. д.

Для организации безопасного обмена информацией наиболее эффективно применение технологии распределённого реестра — блокчейн, для работы с которой также разработана система «умных контрактов». Данная технология находит своё применение и при взаиморасчётах. [4]

Использование биометрии позволяет ускорить многие технологические процедуры обслуживания в аэровокзале. Быстрое прохождение всех предполётных формальностей сказывается на прибыли аэропорта в сторону её повышения. [5]

Робототехника также является одной из технологий, начинающих находить широкое применение. Создаются системы сенсорных человеко-машинных интерфейсов, тактильные устройства виртуальной и дополненной реальности. Такое решение может применяться не только

для обслуживания пассажиров, но и для автоматизации складских операций. [7]

Также к технологическим трендам относится искусственный интеллект (ИИ). С его помощью можно улучшить предсказуемость процессов в аэровокзале, понимание, что в нём происходит в конкретный момент времени и что может произойти, кроме того, возможно с большой точностью предсказать последствия того или иного инцидента для аэропорта. [7]

При повышении эксплуатационной эффективности авиапредприятий применяется внедрение цифрового управления инженерными сетями и ресурсами на основе интернета вещей (IoT). Эта технология позволяет объединять системы оповещения и мониторинга движения всех объектов, что делает более комфортным и безопасным пребывание пассажиров на территории аэропорта за счёт передачи на их портативные электронные устройства (смартфоны, планшеты и др.) данных, значимых для навигации. [3]

Ещё одним трендом стало внедрение интегрированных транспортных сервисов. Развитие сервисных моделей обеспечит возможность реализации единых билетов для оплаты мультимодальных перевозок и подбора билетов, приобретения льготных билетов, а кроме того, создаст инструмент мониторинга пассажиропотоков с целью перераспределения транспортных средств на маршрутах и обеспечения связанности территорий. [6]

Технологии big data делают возможным не только предоставление полной информации для авиационных операций, но и помогают в осуществлении синхронизации и взаимосвязи всех аспектов, связанных с управлением и безопасностью, что в свою очередь повышает производительность отрасли. [2]

Для внедрения цифровых технологий, как и любой другой деятельности, существует ряд барьеров. Скорость внедрения новшеств во многом зависит от нормативно-правовой базы, операторов аэропортов, авиакомпаний, являющихся инициаторами применения новых решений для пассажиров. [7]

Аэропортам необходимо проводить оценку уровня цифровой зрелости в сравнении с желаемым конечным состоянием успешного внедрения цифровых технологий.

Как осуществляется взаимодействие системы «Умный аэропорт» с городом?

Как крупные города не могут существовать без аэропорта, так и аэропорт не может существовать без города, что и обуславливает необходимость интеграции с городской средой. Между управлением городским транспортом и системами управления воздушным движением, оператором аэропорта, авиакомпаниями происходит постоянный обмен данными.

Осуществляются внешние связи с интеллектуальной системой общественной и экологической безопасности, инфраструктурой систем связи, информационными системами энергоснабжения, городским управлением, человеческими ресурсами.

На внутреннем уровне осуществляется взаимодействие служб наземного обслуживания, обслуживания инфраструктуры и т. д.

Центр оперативного управления обеспечивает организацию бесперебойного оперативного управления операционной деятельностью и централизованное управление процессами обслуживания. В этом центре объединяются различные структуры в целях сокращения времени принятия управленческих решений в процессе взаимодействия подразделений авиапредприятия и сторонних организаций.

Помимо того, системы также взаимодействуют и с личными устройствами пассажиров и интеллектуальной инфраструктурой.

Конкурентоспособность аэропортов напрямую зависит от того, смогут ли они вдохнуть новую жизнь в свою инфраструктуру и повысить эффективность. [1] Поэтому они стремятся к её повышению за счёт внедрения цифровых технологий на различных этапах. В процессе обслуживания — к сокращению времени прохождения предполётных формальностей, применяя для этого технологию распознавания лиц в решении для операций предполётного досмотра. Также за счёт ускоренного процесса обработки багажа пытаются достичь сокращения минимального времени пересадки для транзитных и трансферных пассажиров. С помощью внедрения систем энергоэффективности добиваются снижения затрат на инфраструктуру.

Транспорт был и остается отраслью, производящей колоссальный объём данных, при этом используется лишь малая его часть. Это огромный потенциал для развития. И его реализация в наши дни осуществляется самым активным образом.

По словам экспертов, преимущества аэровокзалов нового типа неоспоримы, они шаг за шагом будут вытеснять традиционную модель аэропортов. Терминал аэропорта — главный «элемент» коммерческого аэропорта, а также сложная сеть систем, которые вместе должны обеспечить пассажирам желаемый, эффективный и запоминающийся опыт.

Литература:

1. Воробьёв, В. О. Цифровизация аэропорта — насущное требование времени. — Текст электронный // Журнал «Вестник связи». № 3.2022 (11)
2. Big data в авиационной отрасли: варианты применения. — Текст электронный // Международный научно-исследовательский журнал. № 5 (107). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/big-data-v-aviatsionnoy-otrasli-varianty-primeneniya/viewer>
3. Новые технологии авиаперевозок. — Текст электронный // Информационный бюллетень НИУ ВШЭ. URL: <https://issek.hse.ru/trendletter/news/211410732.html>
4. Полешкина, И. О., Васильева Н. В. Технология blockchain как инструмент управления цепями поставок с участием воздушного транспорта. — Текст электронный // Научный вестник МГТУ ГА. Том 23. № 2 (72). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-blockchain-kak-instrument-upravleniya-tsepyami-postavok-s-uchastiem-vozdushnogo-transporta/viewer>
5. Соколов, О. А., Васин И. Ю. Внедрение биометрических технологий для обслуживания пассажиров в аэропортах. — Текст электронный // Журнал «Научный лидер». 2023. № 10 (108). URL: <https://scilead.ru/article/4118-vnedrenie-biometricheskikh-tehnologij-dlya-o>
6. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. — Текст электронный // Минтранс. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/11577>
7. Технологические тренды в аэропортах. — Текст электронный // Портал TAdviser статья от 20.12.2019. URL: <https://www.tadviser.ru/a/429933>
8. Цифровая трансформация в авиатранспортной отрасли. — Текст электронный // Газета «Транспорт России». 15.06.2022. URL: <https://transportrussia.ru/razdely/vozdushnyj-transport/8901-tsifrovaya-transformatsiya-v-aviatransportnoj-otrasli.html>

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Mathematical model of multi-body evaporator for evaporation of sugar syrup

Alimuldaev Nurlan Alimuldaevich, student master's degree;
Kairbaeva Ainura Erkenovna, doctor PhD, associate professor;
Khamitbek Ayat Khairzhanovich, doctoral student
Almaty Technological University (Kazakhstan)

In the address of the president of the Republic of Kazakhstan K. K. Tokayev on September 2, 2020, the tasks were set to ensure the annual growth of the economy, increase the export of processed goods.

When carrying out the evaporation process under atmospheric pressure, secondary steam, as a rule, is not used and is released into the atmosphere. When evaporating under high pressure, it can be used as a heating element in secondary steam burners, for heating for technological needs.

Purpose: to develop a mathematical model of a multi-body evaporation plant for evaporation of sugar syrup in order to modernize its design.

Keywords: sugar syrup, multi-body evaporator apparatus, mathematical model.

The implementation of the sugar syrup production cycle leads, among other things, to the need to justify the technology of sugar syrup used by conducting research on experimental and experimental-industrial equipment [1].

In the processing technologies used for the production of sugar syrup, the method of continuous evaporation is often used—conditioning of liquid waste, consolidation of Target products in the sugar production line. Therefore, ensuring an effective continuous mode of the technological redistribution circuit will depend on the operation of the evaporative equipment. Its significant difference from similar devices is the small volume due to the relatively small volume of production in ensuring defense performance and Nuclear Safety [1].

The complexity of the development of automatic control systems of such devices is determined, among other things, by multilinearity, significant nonlinearity over individual control channels, as well as the lack of self-alignment. Therefore, to carry out computational studies on possible options for an automatic control system with a single-body evaporator with a heating chamber for evaporating a sugar syrup solution (See Figure 1). It is necessary to build its mathematical model, which describes the dynamic relationships between the main technological variables. At the same time, according to the rules adopted in engineering practice, due to the approximate nature of the formulas for the analytical calculation of the parameters of tuning regulators, 10 % accuracy of the model is sufficient for the synthesis of an Automatic Control System [2].

The mathematical model of the evaporation process of sugar syrup should reflect:

- the dynamics of changes in the level of the solution in the apparatus depending on the consumption of the initial solution of sugar syrup, evaporated sugar syrup, phlegm and heating vapor;
- dynamics of changes in the concentration/density of the evaporated solution depending on the flow rate and concentration/density of the initial solution and phlegm, the flow rate of the syrup and heating vapor of the evaporated syrup;
- dynamics of changes in the temperature of the solution in the apparatus depending on the temperature of the initial solution, phlegm, heating vapor and pressure in the steam supply network to the heating chamber.

In addition, the model should take into account the mutual influence of the output controlled parameters of the above object on each other. As a rule, when constructing analytical models of the chemical apparatus, the mathematical description is reduced to the construction of equations of material and thermal balances of the system based on the Basic Laws of nature: the laws of conservation of mass and energy [3–6]. Thermodynamic properties of the evaporating product, physical and thermodynamic parameters of heating and juice vapor, as well as data necessary to characterize heat loss to the environment, etc. since there was no a priori information about it, it was necessary to greatly simplify the mathematical description. As a result, the dynamics of material, elemental and thermal flows in the device is characterized by the following system of equations:

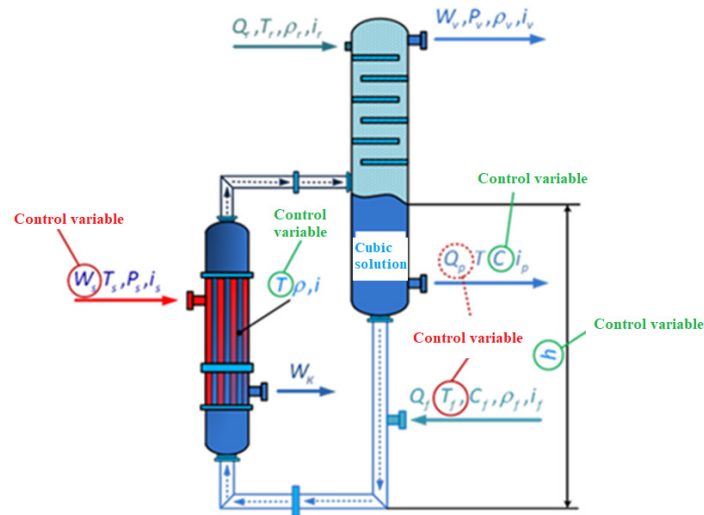


Fig. 1. Scheme of the evaporative apparatus: $\rho_r, \rho_v, \rho_r, \rho_f$ — density of the solution in the apparatus, secondary vapor, phlegm, primary solution of sugar syrup, kg / m³; W_k -mass consumption of condensate, kg / h; i_r, i_s, i_f, i_v — enthalpy of the solution in the apparatus, heating Steam, Input solution, phlegm and secondary vapor, J / kg

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dh}{dt} &= \frac{1}{A} * \left(Q_f + Q_r - Q_p - \frac{W_v}{\rho_w} \right) \\ \frac{d\rho}{dt} &= \frac{1}{Ah} \left(W_v \left(\frac{\rho}{\rho_w} - 1 \right) - Q_f \rho_f \left(\frac{\rho}{\rho_f} - 1 \right) \right) \\ \frac{dT}{dt} &= \frac{[W_s(i_s - i_c) + Q_f \rho_f (i_f - i) + Q_r \rho_r (i_r - i) + W_v (i_v - i) - L(T - T_{ar})]}{\rho_f c_f Ah} \end{aligned} \right. \quad (1)$$

where A is the cross-sectional area of the evaporator, M²; c_f is the specific heat capacity of the input solution, KJ / (°C × kg); ρ_w is the density of water, kg / m³, and the mass consumption of secondary steam determined by W_v , is determined by the following algebraic expression:

$$W_v = \frac{Q_f \rho_f c_f T_f - Q_p \rho_c T + Q_y \rho_y i_y + W_s i_s}{i_v} \quad (2)$$

The enthalpies of heating, secondary steam and condensate are determined by the expression obtained by approximating tabular data:

$$i_{s,v} = 2.5 * 10^6 + 1813 * T_{sat} + 0.417 * T_{sat}^2 - 0.11 * T_{sat}^3 + 2090 * (T_{s,v} - T_{sat}) \quad (3)$$

$$T_{sat} = \frac{2147}{(10.76 - \lg(P_s))} - 273.2$$

$$i_c = (-0.0051 * T_s^2 - 1.5595 * T_s + 2467.1) * 10^3 \quad (4)$$

The developed approach and mathematical description of the evaporator apparatus as a control object were implemented in the form of a computer model in the MATLAB/Simulink package. To verify the qualitative compliance of the model, the results of the study of the evaporative apparatus presented in the work were used [7], where a two-stage vacuum-evaporative «Unit» was used as one of the objects of research. Figure 2 presents the transition characteristics by level in the second apparatus of the unit, when the consumption of the feeding solution changes by 62 % to the apparatus $\Delta S_f=1700$ kg/h and the corresponding transition mode in the developed model of the apparatus for evaporating sugar syrup.

In Figure 2, level transients as can be seen from the graphs, the nature of the level change in both cases is the same and a given channel of the control object can be described using an astatic reference. Figure 3 presents the transient characteristics by concentration in the first apparatus of the unit, when the fluid flow from the apparatus changes by $\Delta S_p=-250$ kg/h i. e. by -30 %, and the corresponding transient mode in the developed VA computer model.

In Figure 3, concentration transients the graphs given above show that the transients in the evaporation unit and in terms of the concentration obtained as a result of the simulation coincide at a qualitative level. In addition, it can be observed that an object in this channel can be characterized by an aperiodic syllable of the first order. Figure 4 presents transient characteristics by the

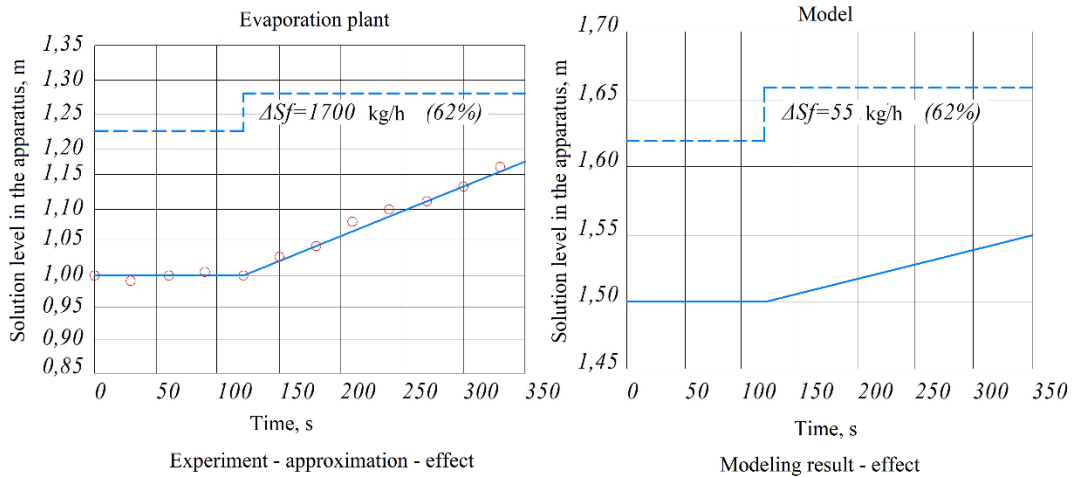


Fig. 2. The ratio of the solution level in the apparatus to the time

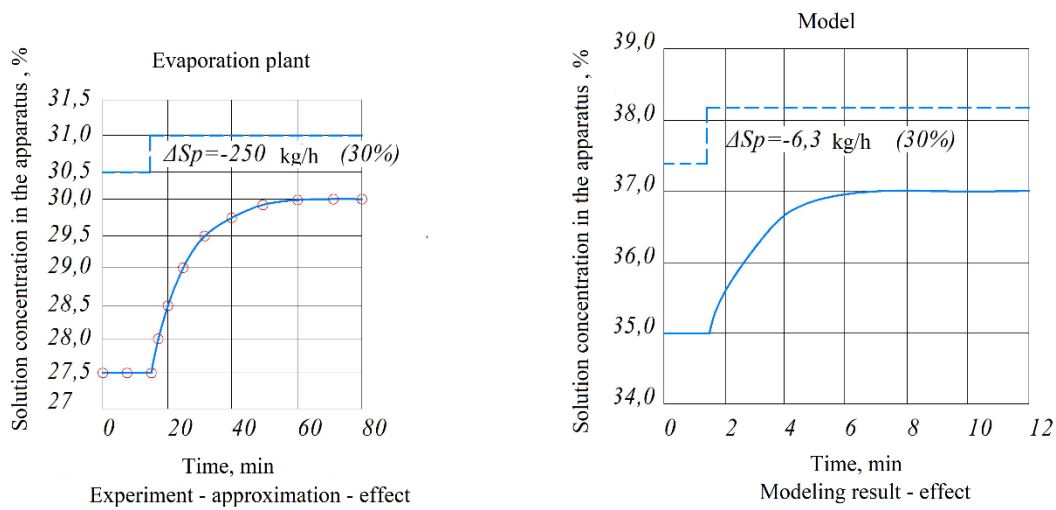


Fig. 3. Ratio of solution concentration in the apparatus to time

temperature of the solution in the first apparatus of the unit unit, when the consumption of heating steam from the device changes by $\Delta S_p=480$ kg/h i. e. by 17 %, and the corresponding transient mode in the developed computer model VA.

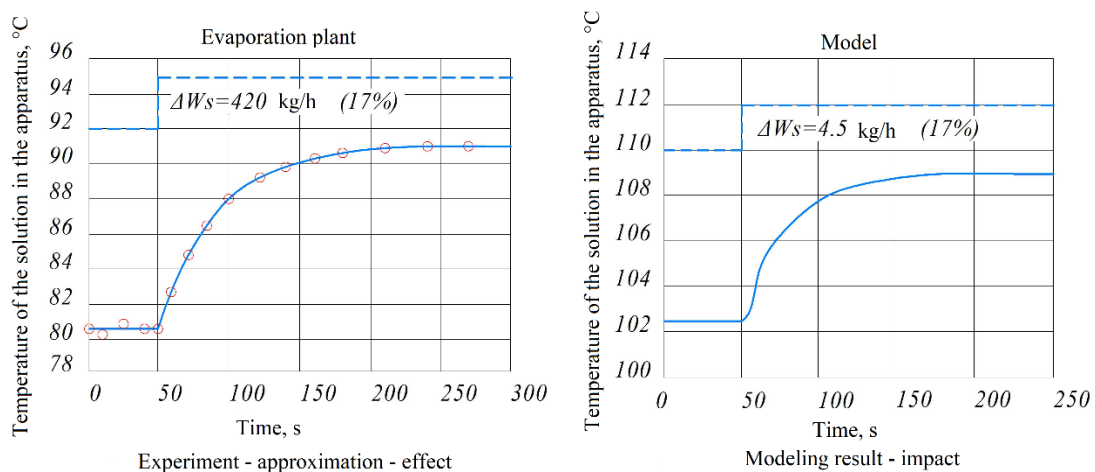


Fig. 4. The ratio of the temperature of the solution in the apparatus to the time

In Figure 4, temperature transients the graphs given above show that the temperature transients obtained in the evaporator and as a result of the simulation correspond at a qualitative level. In addition, it can be observed that an object in this channel can be characterized by an aperiodic link of the first order in terms of concentration. Comparison of simulation results with data shows their qualitative correspondence. The analysis of the above transition processes shows that the time constant in terms of concentration/density of the evaporation apparatus is significantly higher than the time constant in terms of level and temperature. This circumstance must be taken into account when developing an automatic control system with an evaporator. The quantitative conformity test of the developed model was carried out according to experimental data obtained at the laboratory evaporation stand of the Almaty Technological University in Almaty. This stand is equipped with an automated control system, on the basis of which there are two control algorithms. The first algorithm is designed for evaporation mode with a given frequency. In this case, the level of the cubic solution was constant by adjusting the flow rate of the initial solution. In the non-stationary mode (until the given density of the solution is reached), the cubic solution is not fused. In a continuous mode, the solution was combined in an amount proportional to the average consumption of the initial solution. The second algorithm provided a given density of the solution at the output of the evaporator unit in a continuous mode. Maintaining a given density of the cubic solution was carried out by the flow of the initial solution, and maintaining the level was carried out by draining the cubic solution.

The following experiment was carried out on the installation. After the initial filling with the initial solution and the start of the evaporation process in the start mode, the process control proceeded according to the first algorithm in the non-stationary mode. After the given density reached the value of $\rho_{ycm}=1400 \text{ kg/m}^3$, that is, the entry of the object into stationary mode, the control was carried out according to the second algorithm. If the measured density of the cubic solution is greater than the value p_{ust} , then the maximum flow rate of the initial solution is set, if less, the minimum flow rate. That is, the control was carried out according to the relay law.

A transition process was recorded when, after entering the stationary mode, the installation of the density regulator changed from $\rho_{ycm}=1400 \text{ kg/m}^3$ to $\rho_{ycm}=1500 \text{ kg/m}^3$.

A similar experiment was done on a computer model of the evaporator. The experimental data and simulation results are presented in Figure 5A.

Another experiment was carried out on the stand, in which, after the given density reached the value $\rho_{ycm}=1315 \text{ kg/m}^3$, it was reduced to the value $\rho_{ycm}=1285 \text{ kg/m}^3$. The results of the experiment are presented in images 5B–5G.

Conclusion. The relative mean square error of multiplying the level, density and temperature of the solution was less than 9 %, 5 % and 7 %, respectively, which satisfies the requirements. Thus, in the course of the work, the qualitative and quantitative correspondence of the developed computer model was confirmed, which makes it possible to use it in the development of sau va.

References:

1. Automatic control of evaporation equipment in technologies of spent nuclear fuel reprocessing / I. Y. Shevyakov, K. A. Kozin, A. G. Goryunov, F. E. Hoffman, B. Ya. Zilberman, D. V. Ryabkov // VI International Scientific and Practical Conference «Physico-technical problems of atomic science, energy and industry»: collection of tez. dokl. / Tomsk Polytechnic University. un-T. — Tomsk, 2014. — p. 52.
2. Tarasov, R. V. The choice of optimization parameter and factors in preparation for an active experiment [Text] / R. V. Tarasov, L. V. Makarova, O. F. Akzhigitova // Modern scientific research and innovation. — April 2014. — No. 4 [Electronic resource]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/04/33940>
3. Kafarov V. V., Glebov M. B. Mathematical modeling of the main processes of chemical production: Textbook for universities. — M.: Higher School, 1991. — 400 p.
4. Nonlinear regression, [Electronic resource]. Access mode: <http://kurs.ido.tpu.ru/courses/econometrica/tema9.htm>
5. Lutsenko V. A., Finyakin L. N. Analog computing machines in chemistry of chemical technology. — 2nd ed. reprint. and additional — M.: Chemistry, 1979 — (series «Chemical Cybernetics»). — 248 p.
6. GOST 21–94. Granulated sugar. Technical specifications [Text]. — Instead of GOST 21–78. — Moscow: Publishing House of Standards, 1997. — 14 p.
7. Taubman E. I. Calculation and modeling of evaporation plants. — M.: Chemistry, 1970. — 216 p.

Применение средств 3D-печати в опытных и исследовательских работах

Безделов Валерий Леонидович, научный сотрудник;
Шлеменков Антон Леонидович, научный сотрудник
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Рассмотрена возможность создания элементов механического привода перемещения тестовых образцов для специализированного испытательного стенда с помощью 3D-принтера.

Ключевые слова: 3D-печать, экспериментальное оборудование, зубчатая передача, зубчатое колесо, точность, материал для 3D-печати, PLA-филамент.

Введение

В процессе проведения опытных и исследовательских работ часто возникает потребность в применении различного рода механических приспособлений. Среди них, как правило, различные механические приводы, подвижные конструкции, движением которых нужно управлять согласованно с фазами выполнения эксперимента. Опыт показывает, что создание таких устройств путем использования стандартных, широко распространенных компонентов робототехники оказывается невозможно в силу специфичности требований, предъявляемых к ним. При этом изготовление нестандартных элементов методами механообработки приводит к высокой стоимости конечного изделия. В таких ситуациях для изготовления нестандартных элементов конструкции оправданным представляется использование технологий 3D-печати [1–3]. При этом следует учитывать ряд специфических особенностей этого процесса.

Материалы для 3D печати и их свойства

В настоящее время наиболее доступными и недорогими следует считать 3D-принтеры, получившие название FDM-принтеров (Fused Modeling Deposition) [4]. Они осуществляют печать детали расплавленным в экструзионном сопле полимером, подаваемого в виде тонкого прутка — филамента. В этих принтерах предусмотрена возможность использования различных типов полимеров, характеристики которых заметно различаются. Возможность использования того или иного типа филамента зависит от конкретной модели принтера.

Для 3D-печати на FDM-принтерах могут использоваться различные виды пластика — ABS, PLA, PETG, HIPS, TPU, PC, PA (нейлон) и т. д. [4]. Для печати в условиях опытного производства и в лабораториях при отсутствии специфических требований к изделию (например, гибкости) лучше подходят филаменты типа PLA (полилактид) и PETG (полиэтилентерефталатгликоль). Оба эти материала не выделяют летучих токсичных соединений в процессе печати, практически не усаживаются при остывании и, соответственно, не предъявляют специфических требований к стабильности температуры окружающей среды.

Изделия из филамента типа PETG характеризуются хорошей долговременной стабильностью, отсутствием гигроскопичности, высокой межслойной адгезией, имеют хорошую износостойкость при трении. Сами изделия удовлетворительно воспринимают динамические на-

грузки, обладают удовлетворительной температурной стойкостью (до 80 °С), и стойкостью к воздействию химических реагентов. Это свойство, однако, затрудняет склеивание деталей и их окраску.

Изделия из филамента типа PLA имеют более высокую твердость поверхности по сравнению с изделиями из PETG, но имеют более низкие температурную стойкость (до 50 °С) и долговременную стабильность, гигроскопичны. Важным обстоятельством является тот факт, что для производства данного материала используется растительное сырье и при разложении в условиях естественной среды изделия из данного материала не наносят вреда экологии. Изделия из филамента типа PLA хорошо подвергаются механической обработке (при этом необходимо учитывать хрупкость материала, худшую, по сравнению с филаментом PETG, межслойную адгезию, а также не допускать чрезмерного нагрева детали при механическом воздействии), допускают окрашивание и склеивание деталей. Распространены PLA филаменты с различными наполнителями (дерево, металл, углерод, чувствительные к свету и температуре компоненты и т. д.) для придания конечным изделиям желаемого внешнего вида.

Сравнивая процессы 3D-печати филаментами типов PETG и PLA необходимо отметить различия температурных режимов экструдера принтера, которые характеризуются величинами от 230 до 250 °С для PETG и величинами от 190 до 220 °С для PLA. В первом случае требования к материалу сопла экструдера при значительных объемах печати оказываются более высокими. Также для печати филаментом типа PETG рекомендуется меньшая, по сравнению со случаем применения филамента PLA, скорость печати. Необходимо отметить, что для материала PETG может потребоваться дополнительная настройка параметров печати 3D-принтера.

Исходя из особенностей рассмотренных материалов, можно сделать вывод о том, что филамент типа PETG в общем случае целесообразно использовать для изготовления конечных изделий, предполагающих долговременное использование. Из этого материала целесообразно изготавливать детали механизмов. Филамент типа PLA целесообразно применять на этапе макетного моделирования и для изготовления тех изделий, которые не будут подвергаться воздействию повышенных температур и влажности.

Геометрические характеристики формируемых изделий

Принцип FDM 3D-печати накладывает ряд ограничений на геометрию формируемого изделия. Так, поскольку диаметр сопла экструдера фиксирован (у большинства широко распространенных 3D-принтеров он равен 0,4 мм), ограничения касаются как минимальных размеров элементов формируемого изделия, так и возможностей по формированию острых углов на поверхности деталей. Это обстоятельство необходимо учитывать при проектировании.

Для качественной оценки возможностей имеющегося в наличии оборудования была смоделирована простейшая зубчатая передача. Тестовый образец этой передачи имеет передаточное отношение 2, число зубьев

равно 24 и 12 соответственно, модуль зуба — 8 мм, угол зацепления — 20°. Расстояние между центрами зубчатых колес в рабочем положении (расчетное) — 45,83 мм.

Печать зубчатых колес производилась на принтере начального уровня Anycubic i3 Mega S [5]. Подготовка 3D модели к печати (нарезка на слои и формирование итогового управляющего G-кода) выполнена программным продуктом Ultimaker Cura 5.1. Толщина слоя была выбрана равной 0,2 мм, скорость печати — 50 мм/с. Габариты моделей составили 65,8 мм и 35,2 мм для большого и малого зубчатого колес соответственно, толщина изделий — 4 мм.

Для оценки результирующих погрешностей изготовления были получены изображения деталей с помощью планшетного сканера с оптическим разрешением 1200 DPI. Изображение результатов 3D-печати представлено на рис. 1.

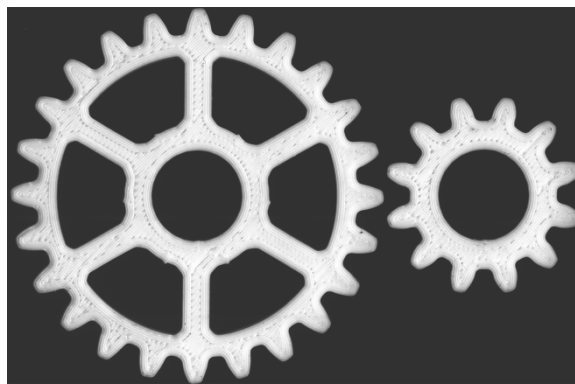


Рис. 1. Фотоизображение изготовленной пары зубчатых колес

На рис. 2 показаны совмещенные контуры профилей изготовленных зубчатых колес и исходных моделей. Видны заметные отклонения как формы зубьев, так и их положения относительно исходных профилей по направ-

лению делительной окружности. Одной из очевидных причин расширения контура относительно исходной модели является растекание экструдированного филамента по краям детали.

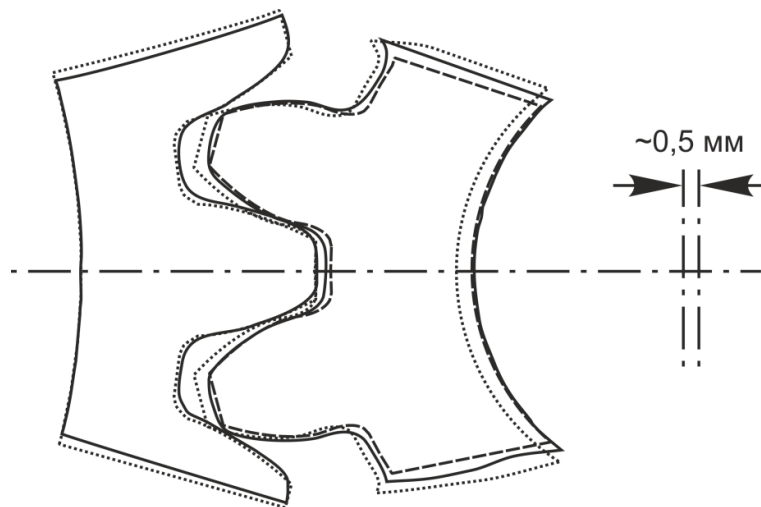


Рис. 2. Контурные профили напечатанных зубчатых колес и исходных моделей в области зацепления; линиями обозначены:

- — контур напечатанных на 3D-принтере зубчатых колес в состоянии зацепления;
- — контур исходного профиля модели;
- - - - - — контур исходного профиля малого колеса, центр которого совмещен с центром профиля напечатанного колеса.

В результате коррекции взаимного положения зубчатых колес, достигнутого путем увеличения на 0,5 мм межосевого расстояния, обеспечивается работоспособность зубчатой передачи. Однако, учитывая стохастичность характера изменения формы зубьев обоих колес, следует предположить, что на выходном валу (вне зависимости от направления передачи крутящего момента) будет иметь место нестабильность угловой скорости вращения. К сожалению, количественная оценка этой неоднородности затруднена и требует создания специализированного стенда. Следует иметь в виду, что на результат печати, кроме фактора растекания филамента, влияют конструкция самого принтера, характеристики его приводов и управляющих блоков, точность кали-

бровки стола, качество филамента и т. д. В целом, в результате выполненных измерений геометрических размеров различных деталей, изготовленных на принтере указанного типа, получены оценки отклонений геометрии деталей (размером от 100 до 200 мм) от модельных в пределах от 0,2 до 0,5 мм.

Анализ показал, что при таких отклонениях возможно создание сложных сборных узлов конструкций с габаритным размером до 300 мм. Принимая во внимание установленные особенности и ограничения, была создана конструкция узла двухкоординатного перемещения тестовых образцов для испытательного стенда твердотельного лазера с полупроводниковой накачкой [7] (рис. 3).

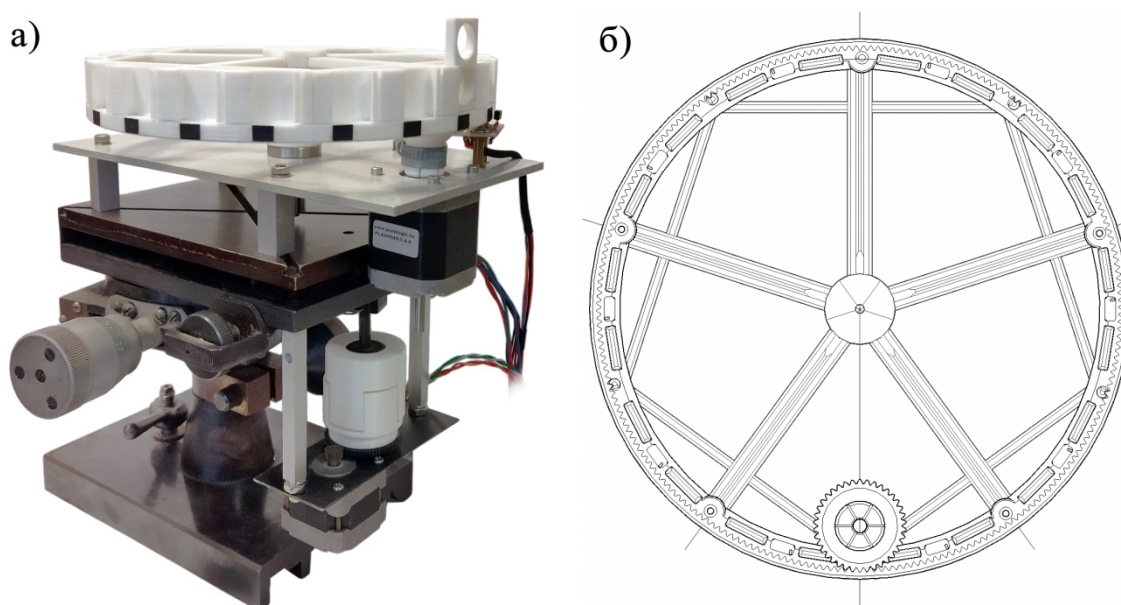


Рис. 3. Узел перемещения образцов в лазерном стенде (а) с сборной зубчатой передачей (б)

Заключение

Полученные в результате изготовления различных деталей и узлов для проведения опытных и исследовательских работ методом 3D-печати данные позволяют сделать вывод как о возможности применения указанной технологии при изготовлении достаточно сложных конструктивных элементов, так и о перспективах применения в этих целях филамента типа PLA. Такой филамент обе-

спечивает удовлетворительные механические свойства деталей, умеренная тепловая нагрузка на экструдер позволяет увеличить жизненный цикл 3D-принтера при одновременном достижении более высокой скорости печати, а экологичность материала обеспечивает доступность применения технологии 3D-печати в лабораториях, не оснащенных специальными системами очистки воздуха.

Литература:

1. Рэдвуд, Б. 3D-печать. Практическое руководство / Б. Рэдвуд, Ф. Шофер, Б. Гаррэт. — Москва: ДМК Пресс, 2020. — 220 с. — Текст: непосредственный.
2. Лисяк, В. В. Основы компьютерной графики: 3D-моделирование и 3D-печать: учебное пособие / В. В. Лисяк. — Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2021. — 109 с. — Текст: непосредственный.
3. Canessa, E. Low-cost 3D Printing for Science, Education & Sustainable Development / E. Canessa, M. Zennaro, C. Fonda. —: ICTP — The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, 2013. — 199 с. — ISBN 92–95003–48–9. — Текст: непосредственный.
4. Fused Deposition Modeling — FDM Technology. — Текст: электронный //: [сайт]. — URL: <https://www.stratasys.com/en/guide-to-3d-printing/technologies-and-materials/fdm-technology/> (дата обращения: 04.05.2023).

5. Ultimate 3D Printing Material Properties Table. — Текст: электронный //: [сайт]. — URL: <https://www.simplify3d.com/resources/materials-guide/properties-table/> (дата обращения: 04.05.2023).
6. Anycubic i3 Mega S — Simple, Smart & High-Quality FDM 3D Printer. — Текст: электронный //: [сайт]. — URL: <https://www.anycubic.com/products/anycubic-i3-mega-s> (дата обращения: 04.05.2023).
7. Твердотельный лазер с полупроводниковой накачкой ИМПЛАН-10. — Текст: электронный // Лаборатория лазерных информационных систем МГТУ им. Н. Э. Баумана: [сайт]. — URL: http://llis.bmstu.ru/Твердотельный_лазер_c_полупроводниковой_накачкой (дата обращения: 04.05.2023).

Способы улучшения технологий устройства фундаментов из пустотельных свай в условиях Арктики

Белевцев Александр Евгеньевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматриваются способы устройств фундаментов на вечномёрзлых грунтах, которые исключают оттаивание основания за счет приподнятого над землей ростверка.

Ключевые слова: строительство в Арктике, быстровозводимые здания, легкие конструкции, вечномёрзлый грунт, пустотельные сваи, сохранение основания в мерзлом состоянии, свайный фундамент, монтаж свай.

Возведение зданий и сооружений в Арктических условиях, где вечномёрзлые грунты и суровые климатические условия производятся с применением легких стальных конструкций, панелей типа сэндвич и объемных модулей, в связи с чем способ возведения фундаментов в условиях Арктики рассматривается для быстровозводимых зданий и сооружений.

Вечномёрзлыми грунтами называют те грунты, которые находятся в замороженном состоянии (имеют отрицательную температуру и большое количество кристаллов льда в своем составе) как минимум три года без возможности полной разморозки [1–2].

Вечномёрзлые нескальные грунты классифицируются по 3 категориям, согласно их природной структуре.

Твердомёрзлые грунты — это крупнообломочные, песчаные, глинистые и торфянистые грунты с видимыми ледяными включениями воды (при температуре от 0 и ниже), в процессе оттаивания изменяется цвет. По физическому состоянию обладают характерными большую твердость и цементированность со льдом.

Пластично-мерзлые грунты — это все возможные виды глинистых грунтов, так же пачки мелкие или пылеватые со льдом в виде маленьких кристаллов (присутствует внутри замерзшая вода, температура от 0 и ниже). По физическому состоянию являются на половину примерзшими или пластичными грунтами.

Сыпучемерзлые грунты — под эту категорию попадают все крупнообломочные грунты, пески крупной и средней крупности, иногда видны еле заметные кристаллики воды (температура от 0 и ниже). Надо учитывать, что по сравнению с остальными категориями грунтов они являются не смерзшимися и сыпучими, имеют возможность менять

температуру от отрицательной к положительной и обратно (подвержены таянию).

Методы для использования вечномёрзлых грунтов как основания:

1. Подходит для всех видов вечномёрзлых грунтов с условием их непросадочности — это когда основание берется без учета вечномёрзлого состояния грунта (метод 1);

2. Используется, когда возможно сохранить целостность вечномёрзлого грунта учитывая все время использования здания (метод 2). Для такого метода характерны крупнообломочные, песчаные и глинистые грунты, а также для просадочных и сильно просадочных.

3. Применяется, когда есть возможность оттаивания грунтов под основанием в процессе строительства или после строительства (метод 3). Виды характерны, как и для метода 2.

4. Когда есть возможность на этапе предстроительства таяния грунтов (метод 4). Часто встречающиеся виды — сильно просадочные песчаные и глинистые грунты

Чтобы обеспечить возможность разморозки грунтов и препятствовать эффекту таяния грунта следует применять некоторые способы:

— при строительстве необходимо учитывать, что нужны вентилируемые подвальные или подпольные ниши с гидроизоляцией;

— учитывать, что будет необходимо устанавливать охлаждающий контур из труб с охладителем или морозильные установки;

— предусмотреть для крио установок сезонный способ работы, если такой необходим в текущих условиях

Рассмотренные технологии строительства свайных фундаментов не целесообразно применять для быстровозводимых зданий. По мнению автора перспективно устройство фундаментов в условиях Арктики на винтовых сваях. Стальные винтовые сваи существенно более легкие, в сравнении с бетонными сваями, что упрощает их доставку к месту выполнения работ. В следствие широкой винтообразной поверхности, винтовые сваи отлично сопротивляются вспучиванию грунтов, что существенно важно для эксплуатации зданий и сооружений.

В условиях вечной мерзлоты используются только усиленные сваи, что позволяет работать свайному полю в течение 50–60 лет [6].

Строение усиленных свай, усовершенствованная для применения на участках с вечной мерзлотой, представляет

из себя литую стальную трубу с винтовым оперением. Для использования в тяжелых условиях монтажа, сваи обязаны иметь только литое, а не приваренное к трубе ленточное оперение. Хотя такая конструкция будет дороже обычной винтовой сваи, она имеет большую прочность, что очень существенно важно для суровых условий монтажа и эксплуатации винтовых свай в районах с вечной мерзлотой.

Когда приходит этап завершения разметки мест расположения свай производятся работы по их завинчиванию. Для этого используется специальное оборудование на базе автокранов, на стрелу которых устанавливается кабестан (Рис. 1) — гидравлическое оборудование, состоящее из установки ударно-вращательно бурения; дизельного, бензинового или иного привода и рабочего радиуса данной стрелы крана.



Рис. 1. Кабестан для ввинчивания винтовых свай в грунт

Очередность заглубления винтовых свай (Рис. 2). Этапность работ выглядит так:

1. Наконечник лебедки устанавливается на ствол сваи, выполняется фиксирование конструкции шкворнем. Этап монтажа происходит с помощью специализированных отверстий;

2. В следствии перемещения стрелы крана свая ставится в месте погружения и к ней подводятся особо быстрые рычаги лебедки;

3. Оператор включает установку и выполняется завинчивание сваи. Быстрота погружения конструкции регулируется благодаря изменениям количества оборотов дизельного привода гидравлического ротора.

Оборудование для ввинчивания свай имеет задних ход, что дает возможность быстро изъять винтовую сваю из грунта в случае ее отклонения от изначальной траектории, и выполнить вторичное завинчивание.

После погружения в грунт всех свай производится гидрообрезка верхней части стволов по проектному уровню стройки. Производится данная работа с помощью так называемого сваереза, фиксируемого на стреле крана взамен лебедки или с помощью обыкновенной болгарки.

Пустотелые стволы стальных винтовых свай наполняются бетонным раствором марок М200-М300, это нужно чтобы предотвратить коррозионных процессов на стенках изнутри и повышения несущей способности свай. После чего на стволы ввариваются металлические ого-



Рис. 2. Пример процесса заглубления винтовой сваи



Рис. 3. Пример автотранспорта для погружения винтовых свай диаметром до 325 мм

ловки, сварные соединения сразу же после этого покрываются защитными грунтовками для предотвращения негативных эффектов.

Заключительной этапностью монтажа — это установка ростверка для обвязки свай. Для этого к оголовкам приваривается швеллер и/или двутавровая балка. Данная работа производится как на периферии, так и внутри контура поля со сваями. В дальнейшем на стройплощадке ростверк служит основанием, на котором строятся стены дома.

В индивидуальной стройке часто применяются стволы свай диаметром 89 и 108 мм. Для строительства быстровозводимых зданий и сооружений в Арктике используются сваи диаметром 108–219 мм, реже 325 мм. Их несущая способность превышает 5т.

Длина свай рассчитывается из данных по высотным скачкам на стройплощадке и сезонной глубины оттаивания. При условиях практически ровной стройплощадки применяются сваи длиной от 3 до 3,5 метра. Но стоит учитывать, что при разных уровнях рельефа в одном фундаменте могут использоваться отличающиеся по длине стволы. В боль-

шинстве случаев свайные опоры располагают с шагом примерно 2,5–3 метра друг относительно друга.

Для устройства фундамента применяют узко- и широколопастные винтовые сваи. Первые имеют лопасти шириной приблизительно 20 см. Они предназначены для промерзших или плотных грунтов. Вследствие небольших габаритов лопасти сваи довольно свободно заходят в землю. Диаметр лопасти широколопастных изделий не меньше чем в 1,5 раза больше диаметра ствола. Это позволяет им эффективно сохранять сваю в слабых грунтах. При погружении винтовых свай в мерзлый грунт используется лидерное бурение шнеком (Рис. 5).

Таким образом, одним из результативных методов устройства фундаментов для быстровозводимых зданий и сооружений в условиях Арктики являются высокий стальной ростверк по винтовым сваям, погружаемым вкручиванием в предварительно пробуренные в грунте скважины. Это позволит минимизировать затраченное время на строительство и в последствии на этапе эксплуатации здание или сооружение будет меньше подвержено аварийным ситуациям.

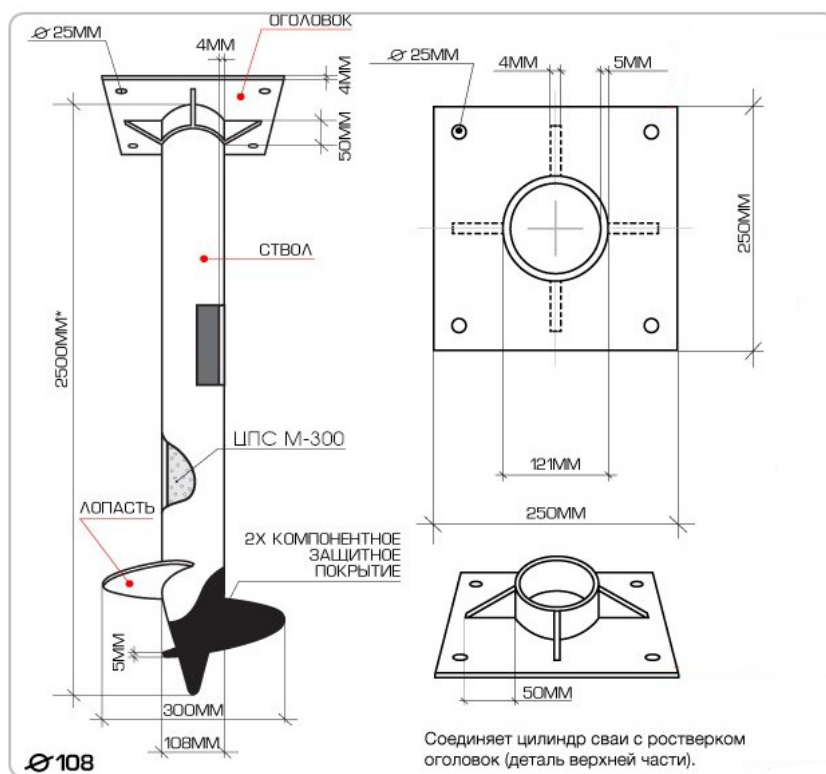


Рис. 4. Схематическое представление винтовой сваи (диаметр 108 мм)



Рис. 5. Погружение винтовых свай в вечномёрзлый грунт

Литература:

1. Исследование технологии возведения каркасно-панельных и модульных зданий в Арктике // Евтюков С. А., Колчеданцев Л. М., Тилинин Ю. И.
2. Вестник гражданских инженеров. 2021. № 5.
3. Выбор технологии оперативного строительства объектов инфраструктуры с учетом долговечности зданий // Ю. И. Тилинин, Ч. О. Бахтинова, Е. В. Хорошенькая, В. Ю. Тилинин // Вестник гражданских инженеров. 2021 № 1. СПб.: СПбГАСУ, 2021
4. Повышение технологичности монтажа каркасно-панельных быстровозводимых зданий //Тилинин Ю. И., Животов Д. А., Тилинин В. Ю. Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. № 1.

5. Технология строительства опор мола//Тилинин Ю. И. В сборнике: Актуальные проблемы естественных и технических наук. Сборник статей межвузовской научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2021.
6. Разработка рекомендаций по выбору методов устройства свай // Тилинин Ю. И., Маслянец Д. А. Colloquium-Journal. 2021. № 12–1.
7. Интернет ресурс: <https://tehlib.com/storitel-ny-e-materialy/osnovaniya-i-fundamenty/osnovaniya-i-fundamenty-v-rajonah-rasprostraneniya-vechnomerzlyh-gruntov-chast-i/>

Некоторые результаты испытаний по снижению токсичных выбросов дизельных двигателей

Дорж Оюунчимэг, кандидат технических наук, старший преподаватель;
Батжаргал Должинсурэн, старший преподаватель
Монгольский университет науки и технологии (г. Улан-Батор, Монголия)

В сегодняшний день горнодобывающая индустрия играет важную роль в экономике Монголии. В целях защиты работающих ведется контроль токсичных выбросов в выхлопных газах машин и оборудования в подземных шахтах. Ниже приведены некоторые результаты исследования по снижению некоторых токсичных выбросов за счет установки сажевых фильтров в дизельных двигателях подземных горных машин и оборудования, используемых в Оюу толгой.

Ключевые слова: дизельный сажевый фильтр, диоксид азота, монооксид азота, температура окружающей среды, крутящий момент.

Введение

Дизельные двигатели широко используются во многих отраслях промышленности, и в том числе горнодобывающей, благодаря их долговечности, надежности, мощности и экономичности. Но, к сожалению, именно они являются основным источником загрязнения воздуха в глубине подземных шахт.

Выхлопной газ дизельного двигателя является смесью около 300 веществ, большинство из которых токсичны. Он состоит из двуоксида углерода (CO_2), который является основным продуктом сгорания дизельного топлива, водяного пара (H_2O), несгоревших остатков воздуха (N_2 и O_2) и из многих других газообразных и твердых веществ, таких как углеводороды, оксиды азота и соединения серы.

Твердые частицы (PM-particulate matter), полициклический ароматный углеродный газ (ПАУ-polycyclic aromatic hydrocarbons), вредные выбросы дизельных выхлопных газов (DEE-diesel exhaust emission) обусловлены неполным сгоранием топлива в дизельных двигателях.

Известно, что помимо негативного воздействия на окружающую среду, вредные соединения в выхлопных газах дизельных двигателей отрицательно влияют на здоровье человека, вызывая респираторные заболевания, повреждение легких и нагрузку на сердечно-сосудистую систему [1]. В 2012 году Всемирная организация здравоохранения объявила, что твердые частицы сажи могут вызывать рак, а также влияет на репродуктивную систему. Международным агентством по исследованию рака (IARC) было признано, что выбросы выхлопных газов дизельных двигателей являются канцерогенными [2].

Сгорание в дизельном двигателе происходит путем впрыскивания топливной (углерод-карбон) и воздушной смеси под высоким давлением в камеру сгорания. При высоких температурах топливо сгорает не полностью и образуется осадок в камере сгорания, большая часть которого соединяется с кислородом и переходит на следующую стадию процесса горения. Остальная часть выбрасывается в окружающую среду в виде твердых частиц (сажи).

Дизельная сажа содержит углерод и другие твердые частицы по размеру менее 1 микрона, состоящие из золы, металлических частиц трения, сульфатов и силикатов. Частицы такого размера могут проникать в легкие человека.

В глубине подземного рудника Оюу Толгой используются тяжелое подвижное оборудование (HME heavy machinery equipment), малогабаритные мобильные устройства (LME light mobile equipment), подъемные устройства (EWP elevating work platform, ATV all train vehicle или John Deere), также вспомогательные дизельные устройства: компрессора, насосы, генераторы.

В рамках Программы контроля токсичных выбросов дизельных двигателей на Оюу Толгой проводятся:

- Контроль выброса токсичных отходов дизельных двигателей;
- Выявление и регистрация всех источников токсичных выбросов;
- Регулярное измерение выбросов токсичных отходов;
- Установка сажевых фильтров (DPF) в дизельных двигателях Tier 2, Tier 3.

1. Измерение токсичных выбросов дизельных двигателей на оборудовании подземного рудника Оюу Толгой

Базовые и максимально допустимые уровни выбросов дизельного топлива на подземном руднике Оюу Толгой

установленные согласно Закону о труде Монголии, а также Положениям Rio Tinto по менеджменту выбросов дизельного двигателя [7, 8], приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Базовый уровень выбросов дизельных двигателей (на шахте Оюу Толгой) [6]

Критерии токсичных выбросов на шахте Оюу Толгой	Дизельный сажевый фильтр (без DPF)	Дизельный сажевый фильтр (с DPF)
CO, (ppm)	1100	800
CO ₂ , (%)		6–12
NO (ppm)		900
NO ₂ (ppm)		100
NO _x (ppm)	750	750
PM, (мг/м ³) для двигателей Tier 2, Tier 3, Tier 4i		12
Дизельная сажа PM (мг/м ³) для двигателей Tier 4f		8

Таблица 2. Допустимые максимальные пределы выбросов для дизельных двигателей [7]

Результат основного испытания	Допустимые максимальные пределы
CO и NO _x меньше чем 500 ppm	25 % но не меньше чем 75 ppm
CO и NO _x больше чем 500 ppm	15 %
PM — Чистый двигатель (для двигателей Tier 4i и Tier 4f)	30 %
PM — Загрязненный двигатель (для двигателей Tier 2, Tier 3)	15 %

При первичном вводе в эксплуатацию техники бригада по техническому обслуживанию передвижного оборудования шахты определяет количество выбросов выхлопных газов двигателя. В случае превышения допустимых значений, указанных в таблицах 1 и 2, машина отправляется на техническое обслуживание.

Количество вредных выбросов в выхлопных газах, таких как, монооксид углерода (CO), диоксид углерода (CO₂), оксид азота (NO), диоксид азота (NO₂), оксиды

азота (NO_x), дизельная сажа (PM), измеряли в зависимости от температуры среды, расхода воздуха в режиме свободного ускорения в определенных значениях крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала.

Количество и состав выбросов выхлопных газов дизельных двигателей на дизельных транспортных средствах и оборудовании подземного рудника Оюу Толгой измерены с помощью приборов показанных на рисунке 1.



Рис. 1. Измерение выбросов токсичных отходов дизельными двигателями подземного рудника Оюу Толгой

Если количество вредных выбросов в выхлопных газах превышает максимально допустимые значения, то выявляют причину и отправляют на технические обслуживания для устранения неполадок.

2. Результаты определения выбросов диоксида азота (NO₂) и оксида азота (NO) в выхлопных газах дизельных двигателей подземных горных машин и оборудования Оюу Толгой по некоторым факторам

С целью выявления зависимости количества выбросов дизельных двигателей (с сажевым фильтром и без него) подземных горных машин, от температуры окружающей

среды и частоты крутящего момента, по результатам измерений был проведен регрессионный анализ [9].

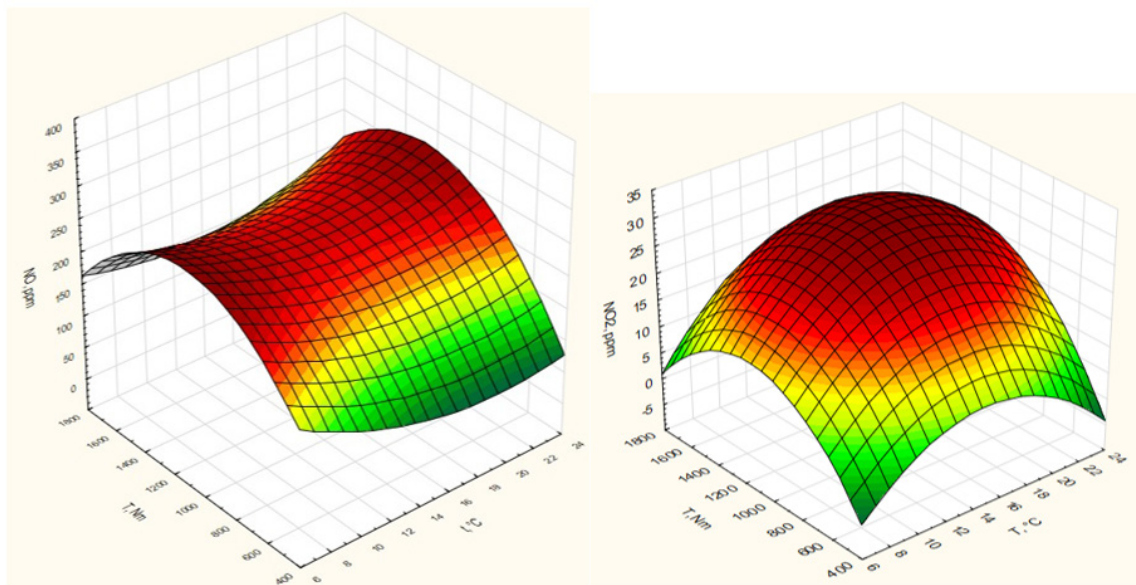


Рис. 2. Зависимость количества моно- и диоксида от температуры среды и крутящего момента вала (без фильтра)

Многомерные регрессионные уравнения количества моно- и диоксида в зависимости от температуры окружающей среды и частоты крутящего момента имеют вид:

$$NO = 94.55 - 22.03t + 0.5T + 0.5t^2 + 0.005tT - 0.0002T^2 \quad (1)$$

$$NO_2 = -47.15 + 4.4t + 0.07T - 0.15t^2 + 0.0005tT - 0.00003T^2 \quad (2)$$

где: NO , NO_2 — количество моно- и диоксида, ppm;

t — температура среды, °C;

T — крутящий момент, Н·м.

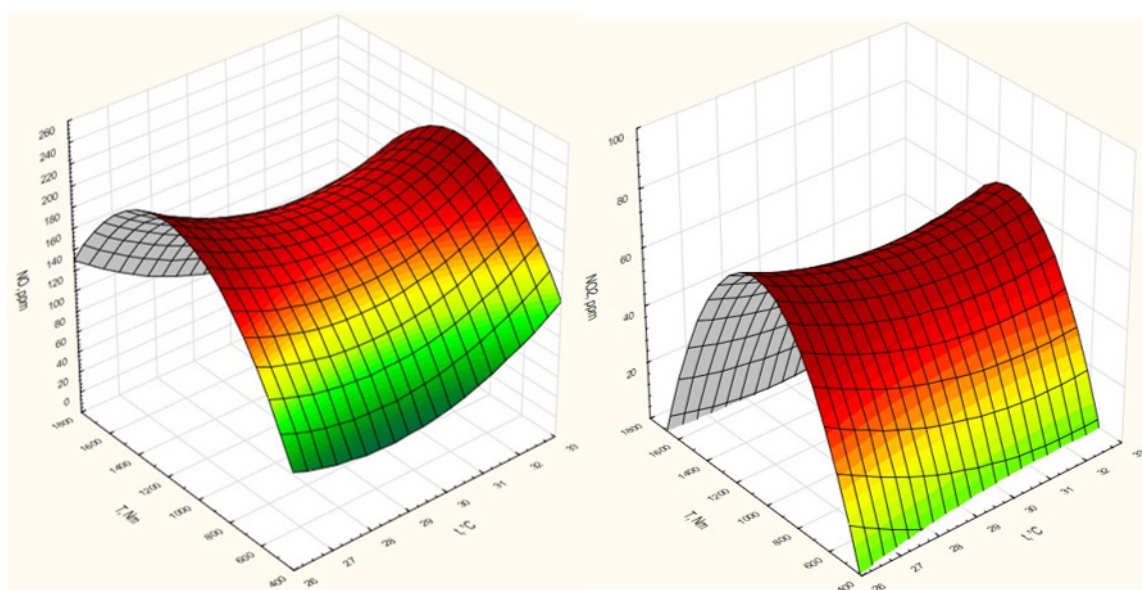


Рис. 3. Зависимость количества моно- и диоксида от температуры среды и крутящего момента вала (с сажевым фильтром)

В случае работы дизельного двигателя с сажевым фильтром, многомерные регрессионные уравнения количества моно- и диоксида в зависимости от температуры окружа-

ющей среды и частоты крутящего момента имеют следующий вид:

$$NO = 2110.5 - 161.5t + 0.9T + 2.9t^2 - 0.01tT - 0.0003T^2 \quad (3)$$

$$NO_2 = 602.2 - 45.67t + 0.3T + 0.67t^2 + 0.004tT - 0.0002T^2 \quad (4)$$

Из рисунков 2, 3 и регрессионных уравнений можно сделать вывод, что количество моно- диоксидов в выхлопных газах дизельного двигателя с сажевым фильтром имеет квадратичную полиномиальную зависимость от температуры окружающей среды и частоты крутящего момента.

Вывод:

При установке сажевого фильтра в дизельном двигателе выброс монооксида азота можно уменьшить до 72 %, а диоксида до 87 %.

Количество содержащих моно- диоксидов в выхлопных газах дизельного двигателя без фильтра имеет квадратичную полиномиальную зависимость от температуры окружающей среды и частоты крутящего момента.

Количество содержащих моно- диоксидов в выхлопных газах дизельного двигателя с сажевым фильтром также имеет квадратичную полиномиальную зависимость от температуры окружающей среды и частоты крутящего момента.

Литература:

1. Rafael Fleischman, Ran Amiel, Jan Czerwinski, Andreas Mayer, Leonid Tartakovsky, «Buses retrofitting with diesel particle filters: Real-world fuel economy and roadworthiness test considerations.» Journal of Environmental Sciences 67, pp. 273–286, 2018.
2. International Agency for Research on Cancer (IARC) WORLD HEALTH ORGANIZATION, June 12, 2012. Page 1. pr213_E.pdf (who.int)
3. Kazuhiro Yamamoto, Tatsuya Sakai, Effect of Pore Structure on Soot Deposition in Diesel Particulate Filter, Furo-cho: Department of Mechanical Science and Engineering, Nagoya University, 2016.
4. H. Jääskeläinen, «Engine Exhaust Back Pressure,» March 2007. Available: https://dieselnet.com/tech/diesel_exh_pres.php
5. Available: https://dieselnet.com/tech/diesel_exh_pres.php, 19 Mayer, A., Czerwinski, J., Matter, U., Wyser, M., Scheidegger, Schiedegger, Kieser, D., & Weidhofer, «VERT: Diesel Nano-Particulate Emissions: Properties and Reduction Strategies,» 1998.
6. Оюу Толгойн гүний уурхай хөдөлгөөнт тоног төхөөрөмжийн засвар үйлчилгээ
7. Оюу Толгойн дизель хөдөлгүүрээс ялгарах утааны менежментийн журам., 12–25х
8. Non-road diesel engine requirements Emission Standards: USA: Nonroad Diesel Engines (dieselnet.com)
9. АвдайЧ, Энхтуяа Д. Судалгаа шинжилгээний ажлыг гүйцэтгэх арга зүй., Улаанбаатар 2000

Опыт внедрения технологий использования вторичных энергетических ресурсов

Емельянов Дмитрий Александрович, студент магистратуры
Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал в г. Салавате

В статье рассматривается использование технологий, позволяющих рационально и эффективно использовать вторичные энергетические ресурсы. Обосновывается целесообразность внедрения подобного рода технологий. Рассматриваются их положительные стороны с точки зрения экономики и основных производственных процессов. Анализируются тенденции и стратегии развития данных технологий в ближайшем будущем.

Ключевые слова: инновации, реализация, внедрение, вторичные энергетические ресурсы, экологические аспекты, экономический эффект, анализ технологий.

В связи с увеличением потребления продуктов химических и нефтеперерабатываемых производств будут строиться и вводиться в эксплуатацию новые заводы. Соответственно, будет расти объем перерабатываемого сырья и выпуск готовой продукции, что приведет к увели-

чению количества энергетических ресурсов, необходимых для функционирования предприятий. Так как в настоящий момент времени наблюдается тенденция увеличения цен на энергоресурсы, то вполне целесообразным будет поиск, разработка и внедрение технологий позволя-

ющих усовершенствовать производство с энергетической и экономической точки зрения.

Добиться поставленных задач можно следующими способами. Первым из них является разработка технологий, которые позволят наиболее рационально и эффективно использовать ограниченное количество ресурсов. Это могут быть различные варианты энергосбережения и ресурсоэффективности, применяемые на технологических установках. Реализация таких проектов будет связана с модернизацией оборудования, а также оптимизацией режимов его работы.

Второй путь развития в этом направлении — это использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). К ВЭР относятся — топливно-энергетические ресурсы, образующиеся как побочные продукты (сбросы и выбросы) технологического процесса (горячие отходящие газы аппаратов, отработанный водяной пар, тепло вентиляционных выбросов, которое может быть использовано), помимо этого к ним можно отнести отходы производства, которые можно использовать в качестве топлива. Работки в этой сфере кажутся наиболее перспективными, ведь потенциал их использования на заводах России весьма невелик. Одна из причин, приведших к такому, — это малое количество информации для специалистов в данной области. Но современные отраслевые инженеры, следуя тенденциям по энергосбережению и утилизации отходов, реализуют такие проекты на практике, которые уже функционируют на предприятиях. Ниже приведен анализ внедрения подобных технологий.

Необычный проект был реализован в ОАО «КуйбышевАзот». В рамках которого был разработан аппарат термического обезвреживания отходов производства капролактама. В этом агрегате щелочной производственный сток в топке котла превращается во вторичное сырьё. В результате чего из него высвобождаются соли натрия, которые пригодны для последующей переработки в цикле регенерации химического сырья, в виде раствора и плава. Помимо этого данные натриевые соединения могут использоваться при получении сухой кальцинированной соды, для чего в составе аппарата проектом предусмотрено выпаривание с дальнейшей фильтрацией и сушкой. Реализация описанной технологии является уникальным образцом полного цикла перерабатывания промышленных отходов в товарный продукт. Использование такого подхода позволяет решить экологические и экономические проблемы предприятия. Так как тепловая энергия, которая образуется при сжигании органических компонентов, находящихся в стоках, используется для производства пара. Величина срока окупаемости внедрения данной технологии составляет два года. Сократить срок позволит экономия на налогах за отрицательное воздействие на окружающую среду.

В настоящее время наблюдается тенденция ужесточения мер экологической безопасности на окружающую среду. Отдельно хочется отметить разработку и внедрение мероприятий переработки попутного нефтяного газа, так

как нефтехимическими предприятиями утилизируется лишь его небольшая часть. Это связано с тем, что в его составе находится сероводород. Утилизировать его можно, используя в качестве топлива в топках энерготехнологических котлов. 23400 кДж энергии выделяется при горении 1 кубического метра сероводорода. Из этого следует вывод, что он является ценным топливом, но при реализации проектов, в которых он выступает топливом, перед разработчиками и производителями оборудования возникает ряд вопросов. Ключевой проблемой котлов для утилизации сероводорода можно назвать — их надежность и безопасность. Так как при термических превращениях данного газа уменьшается стойкость материалов конструкции к сероводородной коррозии. При проектировании и создании оборудования для утилизации сероводорода нужно учитывать несколько ключевых факторов. Исследования в данной области, проведенные ведущими инженерами, а также учет важных параметров дают возможность увеличить эффективность и надежность оборудования. Результатом исследований в этой сфере стала реализация технологии полного сжигания сероводорода и предотвращения сероводородного растрескивания материала котла. Суть проекта заключается в покрытии топки на расстоянии одного метра от горелки футеровкой, непрореагировавший сероводород на раскаленной футеровке активно окисляется до SO_2 , SO_3 . Низ топки выложен огнеупорным кирпичом. В котле отсутствуют наклонные и горизонтальные участки. Для недопущения протечек продуктов горения котел с наружной стороны закрыт наружной обшивкой, из под которой подается воздух на горение.

Огромное количество энергии можно получить путем сжигания автомобильных покрышек. Ежегодно во всем мире их производится большое количество. Но перед использованием их необходимо измельчить следующими способами:

- с применением каскада дробилок;
- непрерывным сжатием и сдвигом в ограниченном объеме в экструдерах-измельчителях;
- криогенным измельчением с использованием жидкого азота и других газов.

Теплота сгорания резины составляет 30 МДж/кг. Целесообразным будет сжигание покрышек вместе с углем на котельных или ТЭС. В США (штат Иллинойс) уже используется данное решение. При использовании 20 % покрышек и 80 % угля экономия составит 500 000 долларов в год. 200 тысяч котельных, в которых предусмотрено использование автопокрышек, со слоевым способом сжигания находится в странах СНГ. На котельной города Новокузнецк при использовании смеси резины с углем (42 и 58 %) удалось снизить расход топлива на 18 %. Нашими соотечественниками из Тульского университета и Ярославского НИИ «Техуглерод» была создана установка, позволяющая перерабатывать 2 тонны шин в сутки. При температуре 470 °С в течении 2 часов из покрышек получается 44 % смолы пиролиза, 32 % дисперсного остаточного углерода, 17 % углеводородных газов и оставшаяся часть приходится на металл. Помимо энергетической

сферы, резиновая крошка используется может быть использована при изготовлении новых шин, композиционных материалов, активированного угля, резинотехнических изделий, спортивных покрытий, мастики, шлангов, как наполнитель термопластов, для строительства дорог.

При решении вопросов, касающихся утилизации ВЭР, необходимо использовать такие источники ВЭР от которых экономический эффект будет наибольшим. В связи с этим нужно проводить детальное изучение всех источников ВЭР с целью установления их количества, температур, степени загрязнения, возможности их использования, продолжительности и режима поступления ресурсов. Также необходимо выявить предполагаемых потребителей ВЭР. Заключительные этапы при реализации подобных проектов должны включать в себя:

а) выбор наиболее целесообразного с экономической точки зрения способа утилизации ВЭР по каждому их источнику;

б) расчет экономического эффекта от каждого предполагаемого комплекса мероприятий;

в) отбор для внедрения и реализации максимально эффективных проектов.

Разработки и исследования в области использования и полезной утилизации ВЭР ведутся инженерами с целью сокращения энергетических издержек предприятий и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду. Описанные выше способы реализации и внедрения говорят о том, что технические инновации в данной области позволят сделать производство экологически чище и экономически выгоднее.

Литература:

1. Емельянов, Д. А. Возможности использования вторичных энергетических ресурсов предприятий топливно-энергетического комплекса / Д. А. Емельянов. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2022. — № 50 (445). — с. 19–20. — URL: <https://moluch.ru/archive/445/97834>.
2. Климовец, О. В. Экономическая эффективность использования вторичных энергетических ресурсов в промышленности // УЭКС. 2016. № 9 (91).
3. Пяткова, В. В., Коновалов Н. П. Экологическая утилизация попутного нефтяного газа с помощью технологии GTL // В сборнике: Молодежь в науке: Новые аргументы. VI Международный молодежный сборник научных статей. — 2020.
4. Сидоров, А. В., Свалова М. В. Утилизация теплоты дымовых газов котельных малой и средней мощности // Символ науки. — 2021. — № 1.
5. Сви́дерская, Н. Ю. Использование вторичных энергоресурсов // Вопросы науки и образования. 2017. № 9 (10).

Improving the efficiency of the hot water boiler plant

Zhakupbekov Nursultan Zhumagaliyevich, student master's degree
Karaganda State Technical University (Kazakhstan)

The paper examines the possibility of improving the efficiency of a hot water boiler plant by replacing the coolant (water) purchased from Zhairemsky GOK with coolant from the reverse piping of the GOK heating system.

Keywords: hot water boiler plant, coolant, cost of coolant.

The POFi hot water boiler plant is part of the Zhairem township's mining and processing plant and serves to supply the town with heat energy.

In order to meet the heating and hot water needs of the population, water in an open heating system is not only used as the heating medium of the heating system, but is also partially disassembled from the hot water supply network [1].

Water for heating main is purchased from Zhairemsky GOK in the amount of 130 t/h. At the cost of one tonne of water of 17 roubles. 12 kopecks per hour the cost of water purchase is 2225.6 rbl./h. Water is purchased during the heating season, 210 days, at a total cost of $2225.6 \times 24 \times 210 = 1,121,7024$ roubles. [2].

The modernisation of the heating network make-up in a hot water boiler plant is intended to reduce the costs of water pur-

chase, which will also reduce the costs of electricity and water treatment [2–5].

The existing thermal scheme is shown in Figure 1.

Raw water from the drinking water system is pumped by raw water pumps to the WWTP, where it is heated by make-up water to a temperature of 40°C and then passed on to the chemical water treatment plant (CWTP). In the chemical water treatment plant the raw water is freed from calcium, magnesium, iron ions and suspended solids to a certain value.

The treated water is divided into two streams:

- heating network make-up water (140 t/hour);
- the feed water of steam boilers (15 t/hour).

Make-up water (after the first treatment stage) goes to the boiler plant (PSV-315), where it is heated by steam from the

superheated steam pipeline (steam temperature 250°C) and then fed to the deaerator head (DA-300).

The deaerated water is collected in the deaerator accumulation tank, from where it is pumped to the network water coolers as a heating medium, where it is cooled down to 70°C, and is directed to the heating network make-up pipe of heat mains 18 and 19 and to the accumulation tanks (BA). From the storage tanks, deaerated water is fed by transfer pumps (PP) to make-up water in the return pipeline of heat mains 18 and 19 during 'peak' times of hot water supply.

From the return routing, water is sent to the pump room of the boiler house to the pumps (PSN) and fed to return routing 23 at GOK-3.

At WWTP 3, the water is heated to a specified temperature and returned via a straight line 23 to the suction of the network pumps (SN) of the boiler house water pumping station [1, 3, 6].

The water is then pumped by pumps (CH) to the hot water boilers, where it is heated to the target temperature. From the hot water boiler it is sent to direct heating lines 18, 19 [6].

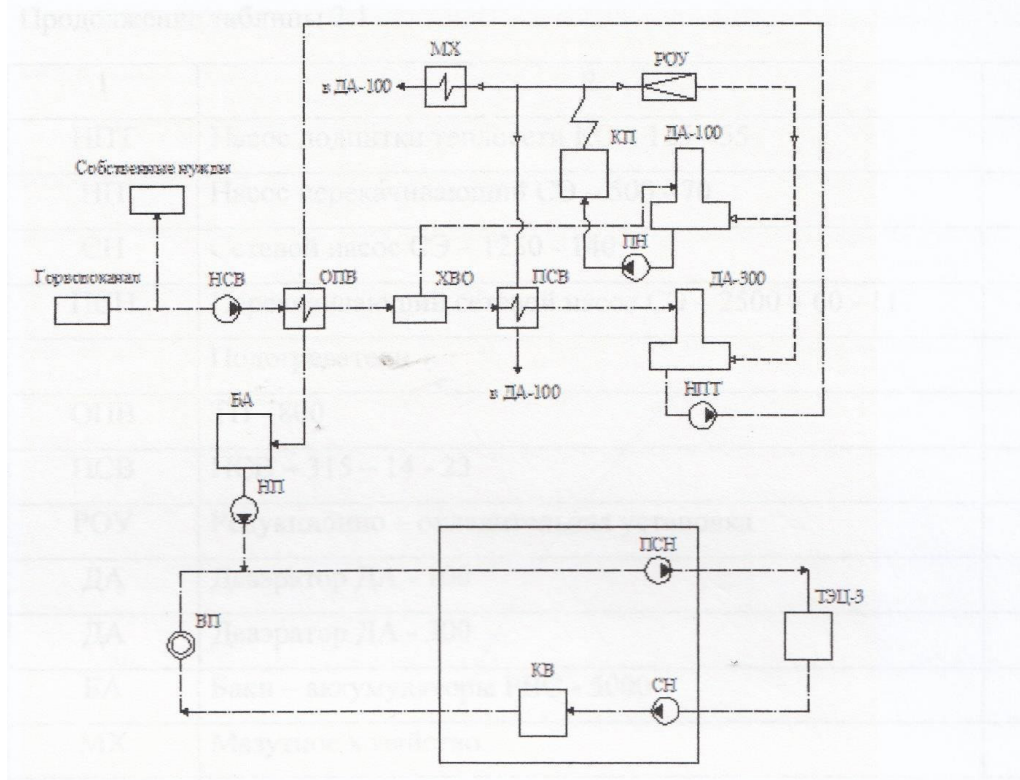


Fig. 1. Initial heat map

The second flow of chemically treated water after the first treatment stage is fed to the second stage — the Na-cationic-exchangers, where the water is treated to a predetermined level of hardness salts.

The water then enters the chemically treated water preheater, where it is heated to a temperature of 90°C and fed to the deaerator heads (DA-100). To the deaerator head (DA-100) simultaneously with chemically treated water the condensate from steam cooler PSV-315 arrives and condensate from condensate tanks 1, 2 is supplied by condensate pumps (NKB). The water is treated to the preset indicators from hardness salts.

Thus, the feed water of steam boilers has four components:

- 1) CWA (chemically treated water);
- 2) condensate from the PSV;
- 3) condensate from the condensate tanks;
- 4) condensate from the MX.

Figure 2 shows the modernised heat map for the Pofi boiler plant. The main elements of the heat scheme are shown in the table below.

Water from the Zhairesky GOK's water pipeline in the amount of 20 t/h passes raw water pumps (WWP), preheaters (RWP) and enters the chemical water treatment plant (CTP).

Then the water in the chemically treated water preheater is heated to 90°C and directed to the deaerator DA-100, where simultaneously the condensate from the fuel oil farm (MH) and from the condensate tanks is supplied by condensate pumps (NCP). In the deaerator (DA-100) corrosive gases are removed from water and it is heated up to 104 °C by steam generator steam (KP-steam generator GM-50), passing through the ROU. The deaerated water is collected in the accumulating tank of deaerator DA-100, from where by feeding pumps.

The PEN is fed to the steam generator (PC), which acts as the peak boiler for the cogeneration system.

tion line of the CH network pumps by the heating system booster pumps [1, 3, 6]. [1, 3, 6]. The storage tanks are filled with water during times of low load on the district heating network, mainly at night. Source water for the system at KGOK-3 is taken from a natural source and undergoes the necessary treatment, purification and preparation in the chemical water treatment shop.

The new scheme has a number of advantages over the original one. Firstly, the water received from consumers is recycled.

Secondly, there is no need for water treatment as the water has been treated and heated before primary use, reducing the cost of filtering, heating and deaerating the water.

Thirdly, as the water comes in after preheating, it can be used to heat the heating medium in the heating pipeline.

The implementation of the modernised heat scheme of the hot water boiler house allows the reuse of return flow water from the mine's district heating system to reduce the volume of water purchased from the Zhairemsky mine from 130 to 20 t/h [4].

References:

1. Rotov, P. V. Improvement of energy efficiency of GOK and urban heat supply systems / V. I. Rotov, Sharapov // Electric Stations. 2018. — № 9.
2. Instruction on the introduction of a water-chemical regime of the Dzemgi water-heating plant, KGOK-3.
3. Rotov, P. V. Peculiarities of Heat Supply System Load Control during Transition Period / V. I. Rotov, V. I. Sharapov // Power Supply and Water Treatment. — 2015. — № 2.
4. Samsonov V. S. Economics of enterprises of power complex: textbook for universities / V. S. Samsonov, M. A. Vyatkin. — 2nd ed. — Moscow: Higher School, 2017. — 416 с.
5. Rotov, P. V. Comparison of Energy Efficiency Indicators of the Heat and Power Plant for Qualitative and Quantitative Heat Load Regulation / P. V. Rotov // Electric Stations. — 2015. — № 10. — с. 19–23.

The autobahn is a new model of the Silk Road

Кульев Заман Мамметярович, преподаватель;

Рахманов Худайберди, преподаватель;

Гафурова Махбуба Абдурахмановна, старший преподаватель;

Бадырова Джерен Бабахановна, преподаватель

Институт инженерно-технических и транспортных коммуникаций Туркменистана (г. Ашхабад, Туркменистан)

Keywords: autobahn, construction, engineering communication.

Today, the biggest and most amazing miracle in the Karakum Mountains is the Ashgabat-Turkmenabad autobahn. Of course, the word «autobahn» is often heard. In 1932, the 20-kilometer high-speed road built between Cologne and Bonn was called the Autobahn. Since then, the Federal Republic of Germany has become one of the most experienced countries in the construction of such roads and has shown itself to the world. To be precise, in the cities and large settlements of this densely forested, green, river, and lake country in the lap of Europe, people who get into cars are walking on 13 thousand kilometers of autobahn.

Today, Turkmenistan is building such a autobahn that will pass through the sands of flowing sands, foothills, landslides, hills and hills — saline sandy soil layers, hollow rocks, and in short, the vast Karakum.

Natural conditions are one of the most difficult and difficult problems in any construction, and to be precise, they are the main factor in the successful completion of the work. Because if you don't get along with nature, it's an obvious fact that any specific scientific hypothesis. Engineering — communication solution, most advanced techniques, and incredible power will

make you a coward. Only the harmony of human wisdom and natural state, as the Turkmen say, «when it moves from one ear» is for the good of the work and the pleasure of the owner. Above all, the ecological harmony is in the pocket.

If you see the construction of the second stage of the Ashgabat-Turkmenabad highway Tejen — Mary, you will say «yes, it is so». If you leave the Telekechilyan industrial zone on the outskirts of Ashgabat and go along the 1st stage of the Ashgabat — Turkmenabad highway, which has been commissioned, you will reach Tejen in less than 1 and a half hours. Previously, this distance took about 3 hours. In the development of the modern world, East-West and North-South international traffic corridors have become the main infrastructure that connects peoples, promotes trade, improves supplies, and guarantees peace.

Today, transport diplomacy is playing an increasingly important role in international cooperation. Turkmenistan actively participates in the activities of the United Nations and other international organizations on this important issue. In fact, Turkmenistan has already been recognized as one of the founders of transport diplomacy in the Eurasian space.

History reports that the ancient Silk Road once passed along the highway Ashgabat — Turkmenabad. Turkmenistan is building an up-to-date model of the new Silk Road at the expense of its national economy. Such a high-speed highway, which is emerging in the country, is an indisputable guarantee of the economic development of the region. This means that various goods will now be transported through Turkmenistan quickly, cheaply and safely. Transport and logistics are a necessity for global development and economic growth, trade and communication.

As modern experts say, «now the world economy is spinning on wheels». World economic relations, economic balance, stable and peaceful development depend on caravan loads. In the ancient and wise East, the principle that «cannons are not sounded where the caravan bells are sounded, because shooting at the caravan is the ultimate sin» has been in practice for a long time.

Regular and timely integration into the world transport system, expansion of roads leading to different directions, opening of new ones, further expansion of infrastructure in the direction of roads connecting countries and regions, in a word, restoration of the Great Silk Road, connecting it to the economic zones of Eurasia — it means growth, cooperation, harmony, happiness, peace.

This is the strategic importance of the Ashgabat-Turkmenabad autobahn, to reach Central Asia and the Caspian regions into the Eurasian space, to create a new component of the multimodal logistics system, and to spread the country's status as a transit transport center of regional importance to the world. This road, which is considered one of the largest projects in Central Asia, will be the «golden ring» of the transport and logistics infrastructure between Europe and Asia. According to statistics, now the share of the world cargo traffic is transported by cars. It is clear that heavy cargo brought to Turkmenbashi International Seaport from Europe or the Arabian Peninsula, intended for Kyrgyzstan or Uzbekistan, should be transported in modular form by automobiles. Or, the cargo returned from China or the Russian Federation by the Kazakhstan-Turkmenistan-Iran transnational railway will be delivered to the destination by modal partial cargo vehicles. This highway will serve not only Turkmenistan, but also neighboring countries, and especially, it will become an important passage for the Eurasian region in terms of transit traffic.

«Altyn Nesil» economic society, which is a part of «Turkmen autobahn» closed joint-stock company, operates between kilometers 203–312 of the Tejen-Mary section of the road. «Working» means that more than 1,000 people of different professions work in two shifts, i.e. 24/7, more than 650 different types of vehicles, dozens of types of technical services, 2 asphalt plants, and service services work non-stop in the ancient Khanhovuz Plain means The conditions created for those who work in the Karakum desert are ideal. There is a portable dormitory-camp for staff.

It has all facilities — dining room, hot and cold water, bathroom, fully equipped dormitory, library, recreation room, health services... He will settle in the Turkmengala desert or Uchazhi valley after the completion of the assigned work, perhaps at the end of the year. According to engineering solutions, the number of tasks that must be followed is about 20. Basically, according to the S-3 standards, the highway standard requires three layers of asphalt, with the first layer 10 cm thick, the second layer 7 cm thick, and the third layer 5 cm thick, for a total of 22 cm thick. The width of the road bed is 34.5 meters, the total traffic lane of the two-way road is 6, that is, 3 vehicles can walk on each side without obstruction, the traffic width of each side of the road should be 11 meters 25 centimeters, and the width between each side should be 3 meters 75 centimeters.

Ashgabat — Turkmenabad highway should have 6 trumpets, i.e. terminals. Technically speaking, it's a part of the highway that joins and exits the highway. The 1st of them is in Artyk, i.e., at the exit from the customs post between the Islamic Republic of Iran, the 2nd is near Teje, to be precise, at the place where you return from the Sarahs-Iran Sarahs border and get on the Tejen road, the 3rd is at the entrance to the city of Mary, i.e. Turgundy — Serkhetabad leaving the border and joining this highway in Mary, the 4th near Yoloten, along the Serhetabad-Mary road, the 5th near Bayramaly, as it was said, at the intersection of seven roads, and the 6th at the final point — in the city of Turkmenabat on the banks of the Amydra River, the most famous, Farap — It will be built near the customs post of Uzbekistan.

In the development of the modern world, the East-West and North-South international traffic corridors are the main foundations that connect peoples, promote trade, improve supplies, and guarantee peace. The Ashgabat-Turkmenabad highway will be the «golden link» of the transport and communication corridor.

References:

1. Silk Road of Turkmenistan, 15.04.2023
2. Journal of Finance and Economics, 2023

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Особенности конструкций современных модульных городских сооружений

Агишева Екатерина Олеговна, студент магистратуры
Московский государственный институт культуры (г. Химки)

Ключевые слова: временные сооружения, адаптируемая архитектура.

Актуальность данной темы связана с увеличением населения земли, более 8 миллиардов, его роста в бедных регионах мира. В связи с этим вырастает потребность в дешёвых и быстровозводимых жилищах.

В данной работе мы анализируем модульные городские сооружения, в частности особенности конструкций современных модульных городских сооружений. Основной целью в данном исследовании является анализ специфики конструкций современных модульных городских сооружений. Для её достижения мы ознакомились с историческим аспектом развития модульных сооружений городской среды, а также определили особенности конструкций модульных городских сооружений.

В статье рассматриваются модульные городские сооружения как явление в архитектуре начала 20 века, в частности, особенности конструкций современных модульных городских сооружений.

Изучением модульных городских сооружений занимаются многие ученые и практики в данной области. Среди них можно назвать:

— Кенго Кума (Kengo Kuma) — японский архитектор, работающий в области экологического градостроительства и создания модульных городских пространств;

— Кристофер Александер (Christopher Alexander) — американский архитектор и теоретик градостроительства, который разрабатывал систему создания модульных городских пространств;

— Андрей Кульбакин — российский архитектор, который разработал концепцию малых архитектурных форм для модульных городских пространств;

— Джон Вальтер (John Walter) — британский художник и архитектор, создавший переносные модульные города;

— Ричард Соснин (Richard Sennett) — американский социолог и градостроитель, исследующий взаимодействие людей с окружающей средой.

Это лишь некоторые из ученых и практиков, занимающихся изучением модульных городских сооружений. Кроме того, в данной области также работают архитек-

торы, дизайнеры, инженеры, экологи и другие специалисты.

Важно отметить, что предпосылки к использованию временных сооружений в жизни людей появились ещё задолго до промышленной революции. Первые временные сооружения были построены в эпоху кочевников. Их можно описать как простые конструкции, которые были перемещены в разные места по мере необходимости. В качестве первых временных сооружений можно привести ветровые заслоны и шалаши, которые использовались как святилища, либо как укрытия в теплых широтах. Они стали прообразом более поздних тентовых сооружений — палаток римских легионеров, шатров бедуинов, монгольские юрты, которые в свою очередь вдохновляют сооружения современной мобильной архитектуры. Например, в шатрах использовался конструктивный принцип сжатия стоек и растяжения мембраны, в азиатской юрте использовались модульные принципы организации, которые легли в основу архитектуры двадцатого века.

Из истории древнего Рима известен сюжет о гигантском тенте, натянутом над Колизеем, который удивлял сильнее гладиаторских боев. «...Архитекторы придумали велариум. Он представлял собой систему регулируемых навесов здания, спроектированных по аналогии с мачтой и парусами корабля. Около Рима находился экипаж корабля, в задачу которого входило управление велариумом Колизея. Используя канаты и шкивы, экипаж мог натянуть ткань через верхние конструкции и тем самым закрыть солнце...».

В Средневековье временные сооружения больше связаны с военным делом. Военные сооружения средних веков обычно представляют собою в основном ограждения в виде каменных стен. Лишь изредка допускались среди выступающих вперед укреплений несколько земляных валов, с палисадами на гребне, носивших характер временных укреплений. Большие военные сооружения, созданные под давлением политических требований, возводились чрезвычайно быстро, о чем свидетельствует

единообразии стиля. При возведении таких конструкций использовались максимально простые приёмы, к примеру, стены складывались из крупных каменных блоков, зачистую с неотделанной лицевой стороной.

Совершенно новую жизнь приобрели временные сооружения только с середины девятнадцатого века. Тогда они стали основой международных выставок, каждая из которых привлекала большое количество архитекторов и активно влияла на изменения представлений об архитектуре, начиная с Хрустального дворца, архитектора Пакстона, для первой выставки 1851 года. Конструкция Хрустального дворца была выполнена из железа и стекла, пример рис. 4. По своим габаритам дворец был огромен: его длина достигала 564 метров, а высота — 39 метров. Главной особенностью конструкции была ее необычайная легкость и прозрачность. Крыша и стены здания были выполнены из больших стеклянных панелей, которые были смонтированы на каркас из железных элементов. Это позволило максимально использовать естественное освещение и создать воздушный и открытый пространственный эффект.

Пакстон также создал специальную систему вентиляции, которая позволяла свободно циркулировать воздуху внутри здания и поддерживать оптимальные температурные режимы. Это было особенно важно для обеспечения комфортных условий для посетителей выставки и сохранения экспонатов. Конструкция Хрустального дворца была восхищением своего времени и стала знаком уникальной технологии, которая вдохновляла другие архитектурные проекты.

Помимо зарубежных международных выставок, в истории временных сооружений также важно отметить первую сельскохозяйственную выставку в России, которая состоялась в 1923 году в Москве. Многие из объектов, предложенных для участия в выставке, киоски стали объектами городского пространства, например цветочный киоск для экспозиции Туркестан по проекту Ф. О. Шехтеля. Он был создан в 1910 году в рамках проекта по строительству комплекса зданий для Туркестанской выставки в Ташкенте. Киоск был выполнен в стиле традиционной узбекской архитектуры, с использованием специфических архитектурных элементов, таких как купола и цветные керамические плитки.

Киоск предназначался для продажи цветов и растений, и дизайн его фасада был специально создан таким образом, чтобы привлекать посетителей выставки. Он был оформлен с использованием лепнины, резьбы по дереву и мозаично-плиточных узоров. Внутри киоска были расположены стеллажи для размещения цветов и горшков, а на крыше киоска была устроена терраса-сад, где можно было расслабиться и насладиться ароматом цветов.

В своей работе Федор Шехтел использовал местные материалы и технологии, и киоск стал ярким примером того, как можно объединить традиционные элементы архитектуры с современными методами строительства. Сегодня цветочный киоск является одним из досто-

примечательностей Ташкента и привлекает туристов, интересующихся архитектурой и историей культуры Центральной Азии.

В середине 1960-х годов началось формирование теории временной, мобильной архитектуры, когда архитектор-теоретик Седрик Прайс, в противовес все еще актуальному функционализму впервые в своих концепциях рассматривал изменимость города, а архитектуру определял как что-то незаметное, но сохраняющее способность связывания элементов — «анти-архитектуру». Прайс считал, что архитектура — это слабый и неэффективный исполнитель, потому что при своей монументальности она всегда приходит последней. Только если признать ничтожность архитектуры, она сможет функционировать как система связей, которая создаёт разнообразные виды деятельности.

Его проект Fun palace, созданный в 1964 г. и рассчитанный на 10 лет, содержал идею, что архитектура не должна быть заключена в капитальное здание, а наоборот оставаться мобильной, адаптивной и многократно используемой, что впоследствии было реализовано в проекте Центра Помпиду, созданного Жоржем Помпиду в Париже. Размышления о временности и капитальности в городском пространстве привели Прайса к концепции «non-plan». Она подразумевала отказ от планировочных законов в градостроительстве и создания свободных зон, которые должны всегда оставаться пустыми или застраиваться зданиями, которые при устаревании уничтожались бы, уступая место архитектуре новых социальных запросов. В 60-х годах, под влиянием убеждений субкультуры Хиппи, американский архитектор Стив Баер создал поселение из полусферических жестяных хижин «Дроп-Сити» в Аризоне, где заложил принципы максимальной мобильности в архитектуре, отрицающей постоянство как противоположность свободе и пропагандирующей возврат к природе.

В 2000-х годах на рассмотрение новых ветвей развития городского пространства начинает влиять массовый доступ в Интернет, вытесняющий жителей с городских улиц и лишаящий города социальных связей. В этих условиях американский теоретик архитектуры Уильям Митчелл на основе концепции «Права на город» социолога Анри Лефевра высказал теорию «диверсификации пространства», которая предполагает в рамках фрагмента города обеспечение человека всеми потребностями на основе создания портативных средств, в том числе электронных. Архитектурным примером реализации данной теории нам представляется проект группы MVRDV «Container city». В это же время временная архитектура как направление в типологии стало основой развития фестивальной архитектуры, областью архитектурного творчества. Так, галерея Serpentine ежегодно приглашает архитектора — лауреата Прицкеровской премии воплотить свои концепции в сезонном павильоне. Отдельно необходимо отметить Шигеру Бана доказавшего способность изначально не строительных материалов выступать в качестве конструк-

тивного каркаса. Также архитектор создал прецедент архитектуры исключительно как объекта с коротким сроком службы (временный кочующий музей на Гудзоне из картонных труб и контейнеров). В последние годы развитие временной архитектуры в городе, территорий временного использования, временный урбанизм были исследованы в работах берлинской группы архитекторов Urban Pioneers. Большой вклад в изучение современной теории временной архитектуры, описанию отдельных концепций и примеров сделал Роберт Кроненбург — с 1995 года автор почти 30 книг о временной, мобильной, гибкой и эфемерной архитектуре. Его труды объединили в систему временные и мобильные сооружения.

Говоря о временных сооружениях также важно упомянуть основные типы модульных конструкций, а также материалы, которые в них используются. К ним относятся:

I. Металлические конструкции — легковесный и прочный материал, который легко компонуется и собирается на месте. Металлические конструкции также легко переносить и перемещать, что делает их идеальным вариантом для проектов, требующих гибкости и быстроты в создании.

Металлические конструкции имеют большую роль в модульных сооружениях, так как они являются одним из наиболее популярных материалов для быстрого и эффективного проектирования. В модульных сооружениях металл используется как основной строительный материал для конструктивных элементов, таких как рамы, колонны, балки, каркасы, каркасные стены и крыши, что позволяет значительно уменьшить вес и размеры сооружения.

Преимущества металлических конструкций в модульных сооружениях:

1. Легкость и компактность транспортировки — металлические конструкции легче и проще перевозить, чем традиционные материалы, такие как кирпич, бетон и так далее. Они также занимают меньше места при транспортировке.

2. Прочность и долговечность — металлические конструкции являются одними из наиболее прочных и долговечных из всех строительных материалов, что позволяет создавать стойкие и надежные сооружения.

3. Быстрота и простота сборки — металлические конструкции легко и быстро собираются на месте, благодаря предварительно изготовленным элементам, что позволяет экономить время и сокращает затраты на строительство.

4. Экономичность и удобство эксплуатации — металлические конструкции могут быть более экономичными в использовании, как во время строительства, так и в долгосрочной эксплуатации. Они не требуют регулярного обслуживания и могут быть легко демонтированы и переустановлены в другом месте.

5. Эстетическая привлекательность — благодаря отличным чертам в исполнении, металлические конструкции могут смотреться красиво и стильно в любом архитектурном проекте.

Металлические конструкции являются идеальным вариантом при проектировании модульных сооружений, так как они сочетают в себе множество преимуществ — от высокой прочности и долговечности до быстрого и экономичного монтажа, что позволяет получать высокое качество и уровень строительных проектов.

II. Сэндвич-панели — являются одним из самых популярных материалов для малобюджетных строительных проектов. Они состоят из двух слоев металла, или ДВП-пластика, и пены-изолятора между ними. Сэндвич-панели легко монтируются на месте с помощью специальных соединительных элементов и позволяют быстро собрать помещение без дополнительных конструкций. Сэндвич-панели являются одним из самых популярных материалов для строительства модульных городских сооружений. Они являются легкими, легко монтируются и обладают превосходными изоляционными свойствами.

Сейчас по всему миру строят множество модульных городских сооружений на основе сэндвич-панелей. Это могут быть офисные здания, торговые центры, общежития, гостиницы, медицинские учреждения и даже школы и детские сады. Сэндвич-панели состоят из двух металлических листов или ДВП-пластика, между которыми находится слой изоляционного материала, обычно это минеральная вата или пенопласт. Такая конструкция создает прочный и устойчивый материал, который легко монтируется на месте благодаря специальным соединительным элементам. Преимущества сэндвич-панелей в модульных городских сооружениях:

1. Экономичность — сэндвич-панели являются одним из самых доступных материалов для строительства, что позволяет уменьшить затраты на строительство и эксплуатацию городских сооружений.

2. Устойчивость к внешним воздействиям — сэндвич-панели обеспечивают превосходную защиту от воздействия атмосферных явлений, таких как дождь, ветер, солнечное излучение и прочее. Это делает их идеальными для городских сооружений, которые обычно расположены в условиях городской среды с ежедневными изменениями климата.

3. Изолирующие свойства — благодаря изоляционному слою, сэндвич-панели предоставляют превосходную теплоизоляцию и звукозащиту, что делает модульные городские сооружения более комфортными для проживания или работы.

4. Легкость монтажа — сэндвич-панели очень легко монтируются на месте благодаря специальным соединительным элементам. Это делает их идеальными для ускорения процесса строительства и сокращения времени на финишные работы.

5. Инновационность и дизайн — сэндвич-панели можно использовать для создания современного и инновационного дизайна, соблюдая при этом современные требования к городскому облику.

Использование сэндвич-панелей в модульных городских сооружениях является преимуществом, с помощью

которого можно получить качественное сооружение для различных потребностей и целей, обеспечивая высокий уровень комфорта и безопасности.

III. Деревянные конструкции — дерево является одним из самых доступных материалов, которые можно использовать для быстровозводимых архитектурных сооружений. Древесина прекрасно сочетается с другими материалами, что создает прочную и функциональную конструкцию. Деревянные конструкции являются одним из самых традиционных материалов для строительства различных видов сооружений, в том числе и модульных. Они хорошо известны своей экологичностью, высокой эстетической привлекательностью, быстрой установкой и прочностью. В модульных сооружениях деревянные конструкции чаще всего применяются для изготовления каркаса домов, коттеджей, кафе, бань и других небольших объектов. Производство готовых деревянных модулей или панелей облегчает фабричное изготовление с использованием компьютерного программирования и робототехники. После сборки модульных сооружений на месте строительства, деревянные панели часто облицовываются другими материалами, что повышает их устойчивость к погодным условиям, улучшает звукопоглощение и обеспечивает более современный вид. Преимущества деревянных конструкций в модульных сооружениях:

1. Экологичность — деревянные конструкции являются одними из самых экологически чистых материалов, используемых для строительства. Их экологический след на порядок меньше, чем у большинства других материалов.

2. Легкость и быстрота монтажа — деревянные модули легкие и удачно подходят для модульного строительства. Они легко монтируются и могут быть доставлены на строительную площадку небольшими машинами благодаря своему небольшому размеру.

3. Эстетическая привлекательность — дерево является красивым и приятным материалом, создающим особую атмосферу и поднимающим настроение. Оно удобно в обработке и позволяет создавать уникальные архитектурные проекты.

4. Теплоизоляция и сохранение тепла — дерево является одним из лучших изоляционных материалов, оно сохраняет тепло до 6 раз лучше, чем кирпич и бетон. Это позволяет существенно снизить затраты на отопление и уменьшить размер отопительной системы.

5. Удобство в обслуживании — деревянные конструкции легко и просто обслуживать. Не требуют регулярного обслуживания и могут длительное время сохранять свой первоначальный вид.

Деревянные конструкции имеют множество преимуществ для модульных сооружений, включая экологичность, легкость монтажа, эстетическую привлекательность, теплоизоляцию, удобство в обслуживании и многое другое. Они являются одним из наиболее популярных материалов для создания уютных и элегантных модульных сооружений.

IV. Каркасы из алюминия — это легкие и прочные конструкции, изготовленные из экономичного алюминия. Они легко собираются на месте, что позволяет быстро создавать здания. Каркасы из алюминия широко используются в модульных сооружениях по всему миру. Они представляют собой конструкции из профильных труб, изготовленных из легкого и прочного материала — алюминия. Каркасы из алюминия имеют множество преимуществ. Во-первых, алюминий не подвержен коррозии, что обеспечивает долговечность конструкции. Во-вторых, он является очень легким материалом, что упрощает транспортировку и монтаж. В-третьих, алюминиевый каркас обладает хорошей прочностью и устойчивостью к деформации, что позволяет использовать его в широком спектре условий и при разных нагрузках. Каркасы из алюминия используются в строительстве модульных сооружений, таких как офисные здания, склады, промышленные здания, торговые центры и т. д. Они позволяют быстро и легко подготовить место под строительство, сократить время на стройку и получить готовый объект высокого качества. В целом, каркасы из алюминия очень эффективны и прочны. Они сохраняют свою форму и целостность на длительное время, что является отличным выбором для строительства модульных сооружений.

V. Кирпич и бетон — более традиционные материалы для строительства, но их можно использовать для быстровозводимых архитектурных сооружений с помощью применения современных технологий, таких как скорость соединения материалов или упрощенные способы строительства с применением фасадных панелей. Кирпичные конструкции часто используются для возведения внутренних стен в модульных зданиях. Использование кирпича позволяет создавать высокую прочность стен и повышенную звукоизоляцию. Кирпичные стены также обладают хорошей теплоизоляцией, что позволяет снижать затраты на отопление и кондиционирование воздуха. Бетонные конструкции используются для возведения фундаментов, покрытий пола и крыш, а также для наружных стен. Бетон обеспечивает высокую жесткость и устойчивость к нагрузкам, что делает его идеальным выбором для модульных сооружений. Бетон также обеспечивает отличную тепло- и звукоизоляцию, что является особенно важным для наружных стен и крыш. В целом, кирпичные и бетонные конструкции используются в модульных сооружениях для обеспечения высокой прочности, долговечности и устойчивости. Эти материалы также обладают отличными тепло- и звукоизоляционными свойствами, что делает их идеальным выбором для создания комфортных и функциональных модульных зданий.

В конце хотелось бы отметить, что модульные городские сооружения имеют большую гибкость и мобильность, что делает их идеальным решением в случае чрезвычайных ситуаций. Быстрое развертывание модульных конструкций может сэкономить много времени и денег, а также обеспечить получение необходимой помощи людям, которые нуждаются в ней в этот непростой период.

Литература:

1. Балакина, Л. А. Градостроительные аспекты мобильных поселений в библейских текстах // Европа-Азия. Сб. тр. XX-й МНК «Современные концепции научных исследований». М.: Eurasian Union of Scientists, 2015. с. 3–18.
2. Временная архитектура парка Горького: от Мельникова до Бана. М.: ЦСК «Гараж», 2012. 144 с.
3. Добрицына, И. А. От постмодернизма к нелинейной архитектуре: архитектура в контексте современной философии. М.: Прогресс-Традиция, 2004. 416 с.
4. Журавлев, М. Ю. Категория времени в теоретических концепциях архитекторов // Известия КГАСУ. 2012. № 3 (21). С. 7–12.
5. Израилев, Е. М. Мобильная архитектура вчера, сегодня... послезавтра. СПб.: Стройиздат, 1997. 320 с.
6. Митчелл Уильям. Я ++: человек, город, сети. М.: Strelka press, 2012. 328 с.
7. Павильоны СССР на Международных выставках. М.: Майер, 2013. 224 с.
8. <https://travelask.ru/blog/posts/18694-pochuvstvovat-sebya-vnutri-kolizeya-dlya-kogo-kak-i-zachem-o>
9. <https://www.syl.ru/article/369451/chto-takoe-yurta---istoriya-vozniknoveniya-osobnosti-stroitelstva-i-vidyi>
10. <https://libcat.ru/knigi/spravochnaya-literatura/enciklopedii/289187-vyacheslav-glazychev-dizajn-kak-on-est.html>

Этика и эстетика в проектировании наружной рекламы как составляющей дизайна городской среды

Беляева Евгения Андреевна, студент

Научный руководитель: Лобанов Евгений Юрьевич, доцент

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

В данной статье рассматриваются основные средства художественной выразительности наружной рекламы, повышающие эффективность ее воздействия на восприятие горожан. Особое внимание уделено различным приемам манипулирования покупательским поведением, которые отражаются в особенностях дизайна рекламного объекта (масштаб, ритмический рисунок, цветовое решение), а также в характере построения рекламного сообщения, когда в нем встречаются «подмена понятий», разнообразные эвфемизмы и другие техники речевого манипулирования. Сделан вывод о необходимости более внимательного подхода к проектированию конструкций наружной рекламы, при котором не только сохраняется ее эффективность, но и соблюдается толерантность к городской среде.

Ключевые слова: наружная реклама, урбанистика, город, реклама.

Ethics and aesthetics in the design of outdoor advertising as a component of the design of the urban environment

Belyayeva Yevgeniya Andreevna, student

Scientific adviser: Lobanov Yevgeny Yuryevich, docent

St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design

This article examines the main means of artistic expression of outdoor advertising, which increase the effectiveness of its impact on the perception of citizens. Particular attention is paid to various methods of manipulating consumer behavior, which are reflected in the design features of the advertising object (scale, rhythmic pattern, color scheme), as well as in the nature of the construction of the advertising message, when it contains «substitution of concepts», various euphemisms and other speech manipulation techniques. The conclusion is made about the need for a more attentive approach to the design of outdoor advertising structures, which not only preserves its effectiveness, but also maintains tolerance to the urban environment.

Keywords: advertising, city, urbanistics, outdoor advertising.

Ни один крупный современный город сегодня невозможно представить без рекламы. Рекламные конструкции, баннеры и вывески стали неотъемлемой ча-

стью центральных и периферийных улиц. В настоящее время во многом именно благодаря наружной рекламе, общество может наблюдать формирование уникального,

индивидуального облика своего города. Люди сталкиваются с рекламными вывесками, объектами и материалами повсюду. В большинстве крупных мегаполисов наблюдается серьезная проблема перенасыщения городского пространства наружной рекламой. Ее зачастую низкий художественный уровень оказывает негативное влияние как на эстетический образ города, так и на эмоциональное состояние его жителей.

Поскольку рекламные конструкции сами по себе намного позже были помещены в городскую среду, чем любой другой элемент архитектуры, то их потенциал для гармоничного встраивания в системы городов изначально ограничен. Тем не менее, некоторые рекламные объекты вполне способны преобразить облика города в лучшую сторону, сделать его привлекательным для туристов.

Качественная наружная реклама — это та реклама, которая не только выполняет свою прямую функцию (побуждать людей к покупке товара или услуги), но и визуально обогащает и улучшает городское пространство, в которое ее помещают [12].

Цель данной статьи: рассмотреть основные приемы и технологии создания качественной наружной рекламы и оценить, как эти приемы воздействуют на зрителя, манипулируют его вниманием и поведением.

Для достижения этой цели следует решить следующие задачи:

- Изучить историю развития наружной рекламы в России;
- Проанализировать основные принципы художественного проектирования качественной наружной рекламы;
- Рассмотреть наиболее распространенные приемы речевых манипуляций, которые используются в рекламных текстах и сообщениях.

Некоторые исследователи утверждают, что в России реклама как явление зародилось еще в X—XI вв. К концу XVII в. определенный вклад в развитие именно наружной рекламы внесли народные картинки-лубки, которые часто изображались на городских вывесках [1]. Главной особенностью живописных вывесок лубочного стиля был яркий и достаточно примитивный дизайн. Их отличал грубоватый штрих и ограниченность изобразительных средств. Можно сказать, что лубочный стиль стоял у истоков художественного развития российской наружной рекламы [3].

В XVIII веке в России появляется так называемая «шрифтовая вывеска». Изображения на ней либо сводятся к минимуму, либо вовсе исчезают, уступая место тексту. Теперь, при изготовлении наружной рекламы, мастера уделяют особое внимание шрифтам. К концу XIX века шрифтовая вывеска настолько набирает свою популярность, что становится уже невозможно представить себе без нее ни один крупный город в России. Однако, в провинции, а также некоторых особенно отдаленных регионах страны, лубочный стиль в рекламе сохранялся вплоть до 1920-х годов. С появлением и распространением в России электричества рекламная индустрия вы-

ходит на совершенно новый уровень. Многие владельцы лавок, магазинов и публичных заведений начинают играть с освещением витрин, чтобы привлечь побольше покупателей к своей продукции или услугам. Таким образом, витрина, как отдельный вид наружной рекламы, встает на один уровень с вывеской. В совокупности они составляли единый образ заведения, которое стремилось увеличить свои продажи [2].

На рубеже XIX-XX веков значительное влияние на формирование языка торгово-промышленной рекламы оказал неорусский стиль. Его особенность заключалась в свободной интерпретации мотивов древнерусского искусства через гротескные образы, полные символизма. После начала НЭПа наступает новый этап развития наружной рекламы, который ознаменовался возникновением такого художественного стиля, как конструктивизм. Александр Родченко являлся одним из главных представителей этого течения. В своих работах он делал текст доминирующим элементом, а также использовал разнообразные типографические символы, создавая интересные динамические композиции. В то время дизайн наружной рекламы становился все более функциональным и лаконичным, при этом, оставаясь ярким, дерзким и запоминающимся.

Сегодня наружная реклама представлена широким спектром различных стилей и форм. Не последнюю роль в этом сыграло развитие технологий, возникновение новых материалов и средств производства. С появлением Интернета специалистам в сфере рекламы стал доступен богатый опыт их предшественников, при чем, как отечественных, так и иностранных. Черпая вдохновение из истории рекламного искусства, как в контексте эстетики, так и на уровне смыслов; современный специалист в сфере рекламы и маркетинга может расширить собственные знания о художественных приемах прошлого, чтобы в дальнейшем применить их на практике и повысить качество визуальной составляющей своих проектов.

Поскольку реклама, равно как и архитектурные элементы среды, участвует в формировании облика городов, она так или иначе оказывает влияние на человека и восприятие им окружающего пространства. При создании наружной рекламы стоит учитывать факторы, непосредственно влияющие на отношение потребителя к ней. Это и форма, и масштаб рекламного объекта, и художественное решение конструкции, и материал, из которого она сделана и т. д. При правильном их сочетании, эффективность той или иной наружной рекламы повышается или снижается [6, с. 12].

На сегодняшний день в качестве рекламоносителей используется огромное количество разнообразных конструкций. Это могут быть натяжные панно, объемные фигуры и объекты из пластика, стекла и других материалов, элементы природных конструкций, части архитектурных сооружений [13, 14, 15]. На протяжении всей истории реклама постепенно имеет тенденцию становиться самостоятельной системой городской среды, занимая все больше

визуального пространства. Соответственно, если она начинает занимать определенную нишу в городском пространстве, приобретая черты архитектурных форм, то можно сказать, что наружная реклама начинает подчиняться законам архитектурного формообразования [6].

Основополагающими принципами проектирования рекламы для города являются следующие: принцип композиционного единства, принцип пропорциональности, а также цвет, ритм и контраст.

Для того, чтобы объемный рекламный объект (например, скульптура или вывеска) достиг необходимого композиционного единства с городским пространством важно учитывать особенности тектоники. Согласно определению Д. Л. Мелодинского: «Под термином «тектоника» понимается пластически разработанная и художественно-осмысленная конструкция» [8, с. 23]. Тектоника неразрывно связана с масштабностью рекламного объекта, поскольку для каждой отдельной конструкции требуются свои определенные габариты. Добиться гармонии при конструировании рекламы получается, если при проектировании соотносить объект с человеческим ростом.

Теория формообразования гласит, что сама по себе величина рекламной вывески или иного другого объекта не может являться характеристикой его масштабности. Ключевое значение в данном вопросе имеет организация всех частей конструкции, принцип пропорциональности. Конструкции наружной рекламы зачастую представляют собой материальные формы, при проектировании которых учитывается не только линейная перспектива, но и воздушная — явление, при котором контуры объектов, находящихся вдалеке, размываются, становятся более мягкими из-за прозрачности толщи воздуха.

Другими немаловажными средствами художественного проектирования наружной рекламы выступают метр и ритм. Метром в проектировании называют закономерный повтор одинаковых элементов. Ритм представляет собой последовательное изменение элементов, их чередование и т. д. [8, с. 108]. В наружной рекламе эти два средства проявляются в повторении объёмно-пространственных форм, игре светотени, массе и т. д.

Контраст тоже довольно сильный композиционный прием в рекламе. С его помощью подчёркивается напряжение и динамика той или иной конструкции. Контраст может выражаться через соотношение горизонтальных и вертикальных объёмов, сопоставление различных геометрических форм — как плоскостных, так и объёмных, как динамичных, так и статичных. Визуальное восприятие человека устроено таким образом, что фокус внимания подсознательно сосредотачивается на тех вещах, которые сильно выделяются на фоне остальных, то есть наиболее контрастны.

Еще одним немаловажным инструментом сбалансирования композиции наружной рекламы является цвет. Цвет способен оказывать влияние на эмоциональное состояние человека, он может притягивать и отталкивать, успокаивать и возбуждать, создавать теплую или хо-

лодную среду и т. д. Швейцарский ученый Макс Люшер доказал влияние цвета на реакции человека и его эмоции. Так, например, красный цвет воспринимается большинством людей как возбуждающий, стимулирующий и активизирующий, а синий, — наоборот, способен вызвать ощущение спокойствия и защищенности [10, с. 11]. Осознанное применение цвета в рекламе эффективно способствует пониманию бренда, помогает улучшить запоминаемость рекламы, донести нужную эмоцию до целевой аудитории. Интересно, что разные цвета также по-разному воздействуют на человека с точки зрения динамики и объёмности. Так, например, «тёплые» цвета и оттенки зрительно выдвигаются вперёд, а «холодные», расположенные рядом, напротив, как будто зрительно отодвигаются.

Таким образом, все вышеперечисленные элементы составляют основу при проектировании качественной наружной рекламы. Однако, следует отметить, что качество рекламы определяется не только грамотно спроектированным внешним видом рекламного объекта, но также и содержанием рекламного сообщения, которое на нем размещается.

В основе любого эффективного рекламного сообщения лежит манипулирование поведением потребителя. В наружной рекламе это реализуется за счет применения различных речевых приемов, которые воспроизводятся в тексте на рекламных объектах.

Ия Ишменецкая в статье «Речевые и манипулятивные техники в рекламе» выделяет следующие приемы речевого манипулирования [9]:

— **Имплицитур** — прием, означающий присутствие в сообщении в скрытом виде информации, которая привлекается читателем в силу стереотипов мышления. Например, в призыве «Майонез «Слобода» стал еще лучше» подразумевается следующий скрытый смысл: майонез слобода и раньше был хорошего качества.

— **Сравнение в пользу манипулятора** — когда рекламируемый продукт сравнивается или противопоставляется тому продукту, на фоне которого первый выглядит в более выигрышном свете. Пример рекламного слогана: «Это обыкновенный стиральный порошок, а это — Tide».

— **Эвфемизмы** — речевой прием, подразумевающий замену слова с негативной окраской нейтральным или позитивным по смыслу. Rexona: odor control (пер. с англ. *Рексона: контроль над запахом*) Слово «пот» заменяется более нейтральным словом «запах»

— **Вживленная оценка** — когда признак предмета постоянно ставится рядом с его названием, превращаясь в присущее ему свойство, например, «Tefal думает о вас!».

— **Переосмысление** — присвоение событию, факту, явлению нового смысла, удобного манипулятору. Рассмотрение предмета под другим углом зрения раскрывает его новые грани.

— **Подмена понятий** — когда известное понятие приобретает негативный/позитивный смысл вследствие помещения его в один ряд с негативными/позитивными по-

нятиями. К примеру: «Reebok. Энергетик для ваших ног». В данном случае кроссовки бренда Reebok приравниваются к источникам энергии.

Все вышеперечисленные способы речевого манипулирования находят применение в наружной рекламе. Каждый из них по-своему эффективен в зависимости от поставленной цели и задач.

Подводя итог, стоит отметить, что представителям власти и бизнеса необходимо более внимательно под-

ходить к размещению конструкций наружной рекламы, а также более внимательно следить за символами и смыслами рекламируемых объектов, соблюдая этичность и толерантность городской среды. Выстраивая композиционную схему городского пространства, для наружной рекламы должно быть отведено определенное место, в зависимости от характеристик визуального ряда и характера Медведков Ю. В. Человек и городская среда / Ю. В. Медведков. М.: Наука, 1978. 214 с. с. 206–212.

Литература:

1. Повелихина, А. В., Ковтун Е. Ф. Русская живописная вывеска и художники авангарда. — СПб., 1991. — 200 с.
2. Ривош, Я. Н. Время и вещи: Иллюстрированное описание костюмов и аксессуаров в России конца XIX — начала XX в. — М.: Искусство, 1990. — 304 с.
3. Учёнова, В. В., Старых Н. В. История рекламы. — СПб., 2002. — 304 с.
4. Линч, К. Образ города. / К. Линч; пер. с англ. М.: Стройиздат, 1982.
5. Лапшина, Е. Г. Динамика системы зрительного восприятия человеком архитектурного пространства [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. — URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2011/3kvart11/lapshina/lapshina.pdf> (дата обращения: 23.09.2021).
6. Назайкин., А. Иллюстрирование рекламы. Эксмо; Москва, 2005. 270 с. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. — URL: <http://maryasov.ru/static/doc/0000/0000/0109/109620.skf4r7vzx.pdf> (дата обращения: 25.09.2021)
7. Мелодинский, Д. Л. Объёмно-пространственная композиция — современное состояние и тенденции развития. Начальный этап архитектурного образования. М.: Архитектура, 1987.
8. Имшенецкая, И. Речевые манипулятивные техники в рекламе [Электронный ресурс] // [« [Adv]SchoolRu»] URL: <http://advschool.ru/articles/article676.htm> (Дата обращения: 03.10.2021).
9. Люшер, М. Цветовой тест Люшера. М.: АСТ, 2005. 192 с.
10. Морозова, И. Рекламный креатив. В поисках ненавязчивой идеи. М.: Гелла-Принт, 2003. 224 с.
11. Павловская, Е. Э. Дизайн рекламы: стратегия проектного творчества Дисс. док. искусствоведения: 17.00.06. М., 2003, 379 с., (102 с. ил.). Приложение, РГБ ОД 71 04–17/11
12. Сироткина, И. Е. Нестандарт в рекламе или игра с потребителем. Рекламные технологии 2007; № 1(78): 35–38
13. Теплицкий, А. Н. Нестандартная реклама — отличный способ, чтобы тебя заметили. Рекламные технологии. 2011; № 4(81): с. 34–37.
14. Дрецер, Л. Нестандартная наружная реклама. Рекламные технологии 2010; № 8(77): с. 23–27.

Применение балок с гофрированной стенкой и особенности их работы

Гатауллина Карина Радиковна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье рассматривается способ совершенствования металлических конструкций и снижения их материалоемкости за счет использования балок с гофрированной стенкой. Балка с гофрированной стенкой — это конструкция, состоящая из поясов и тонкой стенки, которая периодически изогнута в поперечном направлении. В статье рассмотрены виды модернизированных конструкций балок, описаны особенности работы гофрированных балок, сделан обзор по отечественным и зарубежным исследованиям по теме, а также приведены методики расчета гофрированных конструкций.

Ключевые слова: балка с гофрированной стенкой, металлоемкость, потеря устойчивости, изгиб, местная устойчивость, несущая способность.

Одной из наиболее важных и актуальных задач строительства является рациональное использование материала. Решение этой задачи подразумевает усовершенствование металлических конструкций за счет уменьшения металлоемкости и увеличения производительности труда при их изготовлении. В результате эффективного использования конструкций их стоимость будет ниже, а скорость возведения зданий увеличится.

В качестве исследуемого конструктивного элемента выбрана балка. Наибольшее распространение при проектировании строительных конструкций получили сварные или прокатные профили двутаврового сечения. Стенки такого профиля назначаются относительно толстыми из условия местной устойчивости. Однако сечение обычной двутавровой балки можно считать нерациональным и материалоемким. Для снижения металлоемкости изгибаемых элементов используют конструкции из тонколистовой стали с пространственной формой, чтобы обеспечить общую и местную устойчивость.

Известно несколько видов усовершенствованных балок:

- Балки с гибкой (очень тонкой) стенкой. Это балки двутаврового сечения, работающие на изгиб. Толщина стенки уменьшена в 2–3 раза по сравнению с обычными сварными и в 4–6 раз по сравнению с прокатными.
- Балки с перфорированной стенкой. Это двутавровые балки с отверстиями в стенке. Такая стенка образуется в результате ее разрезки по зигзагообразной линии и последующей сваркой частей стенки друг с другом.
- Балки с гофрированной стенкой.

В данной работе будут рассмотрены балки с гофрированной стенкой (рис. 1).

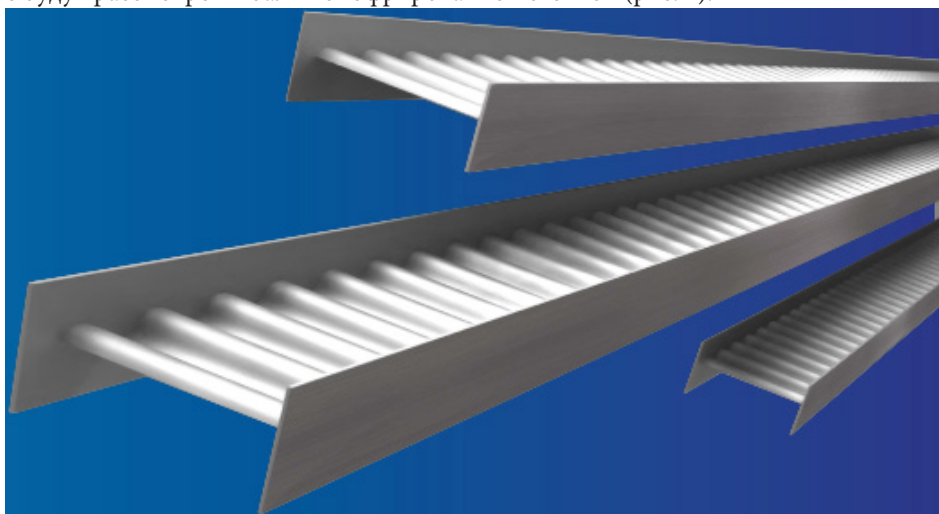


Рис. 1. Балка с гофрированной стенкой

Балки с гофрированной стенкой — это балки, которые состоят из поясов и изогнутой стенки (гофр). Гофры необходимы для увеличения местной устойчивости стенки. При этом чем тоньше стенка и выше её гибкость, тем легче её гофрировать. Гофрированные стенки появились для снижения расхода материала и сохранения жесткости балок. Местная устойчивость гофрированной стенки по сравнению с балкой с тонкой стенкой обеспечивается лучше за счёт гофр. Одновременно увеличивается крутильная жёсткость балки.

Толщина гофрированной стенки составляет от 2 до 8 мм. Несмотря на увеличение трудозатрат и осложнения некоторых операций при изготовлении такой балки, уменьшение металлоемкости компенсирует эти затраты.

В настоящее время гофро-балки используются как несущие конструкции многоэтажных жилых домов, промышленных зданий, как элементы мостовых кранов и кран-балки, как балки покрытия и перекрытия.

Конструкция балок

По видам гофров стенки балки делятся на четыре вида (рис. 2):

- трапециевидные
- прямоугольные
- треугольные
- волнистые

Балки с треугольным очертанием гофра удобны в изготовлении. Балки с волнистым гофрированием имеют большую устойчивость.

Гофр задается двумя параметрами: длиной волны и высотой волны. Такие балки изготавливаются на заводе металлических конструкций. Установка для гофрирования осуществляет перегиб листа с помощью валов и съемных пластин. Пластины могут придавать листу различные формы в зависимости от необходимых характеристик будущих гофров.

Для увеличения местной устойчивости стенки рекомендуется гофрировать ее нисходящими гофрами с углом наклона 45–60°.

Особенности работы

Гофрированная стенка обеспечивает эффективное восприятие изгибающих и статических нагрузок. За счёт поперечного гофрирования устраняется местная деформация.

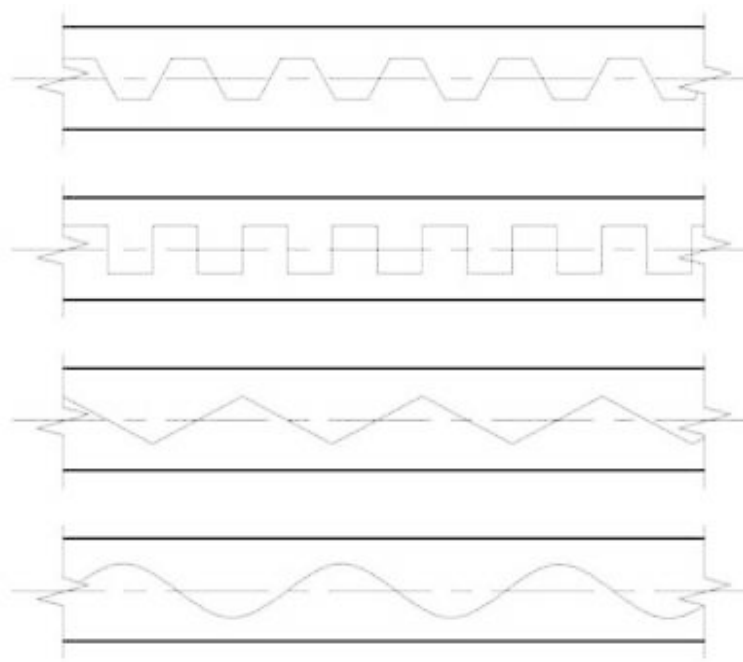


Рис. 2. Виды гофрирования стенки балки

Экспериментальным путем было установлено, что нормальные напряжения от изгиба возникают только у поясов и быстро уменьшаются почти до нулевых значений. Сдвиговые напряжения распределены равномерно по высоте. Пояса испытывают определённый и различный по направлениям момент, который передаётся от гофр.

По сравнению с балками с гибкой стенкой, гофрированные балки при одинаковой гибкости работают дольше в упругой стадии. Несущая способность также выше. Предельное состояние характеризуется потерей местной устойчивости стенки, когда на нее действуют сосредоточенные силы, при этом ребра жесткости в этом месте не установлены.

Обзор и анализ ранее выполненных исследований балок с гофрированной стенкой

Отечественный опыт

Первые работы по исследованию гофрированных конструкций в России начались с 1930-х годов. В. Н. Горнов был основоположником экспериментальных и теоретических исследований в этой области [1]. В результате исследований В. Н. Горнов пришел к выводу, что гофрированная стенка не воспринимает нормальные напряжения и работает только на сдвиг. Изгибающий момент воспринимается только поясами. Использование гофрированных стенок в балках приводит к уменьшению металлоемкости в 2,5...3 раза по сравнению с обычными балками и к облегчению конструкции в 1,9 раз.

В 1963 году Г. А. Ажермачев испытывает балки с гофрированной стенкой на изгиб и кручение и делает вывод, что такая стенка обладает повышенной местной устойчивостью и жесткостью на кручение и изгиб с кручением [2]. Экспериментальные исследования Г. А. Ажермачева подтверждают многие теоретические исследования В. Н. Горнова.

В 1968...1972 годах А. Н. Степаненко и Я. И. Ольков проводят исследование балок с волнистой стенкой [3]. Авторы исследуют углы наклона к поясам балки образующих волнистой стенки. А. Н. Степаненко и Я. И. Ольков приходят к выводу, что при небольших углах наклона гофров (до 50 градусов) стенка не включается в работу на изгиб.

В 1972 году А. Н. Степаненко занимался изучением напряженно-деформированного состояния металлических балок с волнообразно-гофрированными стенками [4]. В результате экспериментальных исследований были получены отклонения 15–20 % от теоретических величин. Автор приходит к выводу, что гофрирование повышает жесткость и устойчивость балки.

В 1985 В. В. Долинский по расчетным данным определил, что гофрированная стенка частично включается в работу балки на изгиб. Так же автор вывел формулы, учитывающие степень включения стенки с гофрами в работу на изгиб и формулы для определения длины и высоты гофров. В. В. Долинский пришел к выводу, что при гофрировании стенки балки увеличивается устойчивость поясных листов [5]. Автор исследовал гофро-балку на знакопеременные циклические нагрузки. По результатам гофрированная стенка снизила металлоемкость до 26 %.

В 1987 и 1988 годах Т. В. Михайлова [6, 7, 8] занимается вопросами влияния шага и направления гофров на несущую способность балки. В результате экспериментальных испытаний автор делает выводы о повышении несущей способности балки при гофрировании в горизонтальном направлении на 15 %, а вертикальное гофрирование стенки увеличивает несущую способность на 30 %. Экспериментальные величины подтверждают теоретические.

В 1998 году Л. В. Енджиевский, В. Д. Надеяева в своей работе показывают основные конструктивные решения зданий из металлоконструкций с использованием балок с гофрированной стенкой [9].

В 2001 году А. Н. Степаненко в своей работе [10] рассматривает гофро-балку как тонкостенный пространственный стержень. Для анализа он использует теорию тонкостенных упругих стержней В. З. Власова [11] и описывает фактическое напряженно-деформируемое состояние. По результатам расчета он приходит к выводу, что периодический сдвиг стенки с оси стержня приводит к смещению центра изгиба, из-за чего появляются дополнительные изгибно-крутящие моменты. В результате полученных формул А. Н. Степаненко определил, что гофрирование повышает жесткость стенки. Также автор предложил формулы для вычисления минимальной высоты гофров и их шага.

В 2008 году И. С. Рыбкин исследует балку с тонкой переменнo-гофрированной стенкой [12, 13]. Автор считает, что гофры должны быть в местах с большими значениями перерезывающих усилий, а прямые участки должны находиться в местах влияния изгибающих моментов. Такое решение позволяет уменьшить расход металла на 8–9 % по сравнению с обычными гофрированными балками.

Зарубежный опыт

В 1996 году М. Элгаали, Р. Гамильтон и А. Сешадри проводят испытания тридцати балок с гофрированной стенкой и приводят результаты эксперимента в своей работе [14]. Авторы предложили формулу для предельных касательных напряжений в случае местной потери устойчивости стенки. При этом гофрированную стенку нужно рассматривать как изотропную пластину. Для расчета критических касательных напряжений авторы рекомендуют рассматривать стенку как ортотропную пластинку.

В 1997 году М. Элгаали, Р. Гамильтон и А. Сешадри по итогам экспериментальных испытаний [15] заключили, что стенка с поперечными гофрами почти не подвергается изгибу, поэтому для расчета нормальных напряжений в поясах балки можно не учитывать ее составляющую.

В 2001 и в 2004 годах С. Л. Чан, Я. А. Халид, Б. Б. Сахари и А. Хамауда исследуют прочность балки в зависимости от типа гофрирования стенки. В работе [16] авторы исследуют балки методом конечных элементов. Для сравнения использовали балки с негофрированной стенкой, с гофрами, расположенными в вертикальном направлении, в горизонтальном направлении и с одиночным горизонтальным гофром. В работе [17] авторы описали итоги испытаний этих балок на поперечный изгиб.

В 2004 году Л. Хуанг, Х. Хикосака, К. Комине в своей работе [18] провели расчеты балки с трапециевидными гофрами на изгиб. По результатам расчета авторы сравнили жесткость стенки в продольном и поперечном направлениях. В продольном направлении жесткость стенки оказалась меньше. Поэтому нормальные напряжения в стенке распространяются только на небольшом расстоянии от поясов и быстро затухают.

В 2006 и 2007 году Х. Х. Аббас, Р. Саус и Р. Г. Драйвер в работах [19], [20] описали работу балки с гофрированной стенкой под нагрузкой. Также авторы привели формулы для определения изгибно-крутильных усилий, возникающих в балке.

Методики расчета гофрированных стенок

По СП 294.1325800.2017 [21] критические касательные напряжения у треугольных гофров вычисляются по формуле (1)

$$\tau_{p,cr} = \frac{1,12 \times C_{p,cr} \times R_s}{\lambda_c^2}, \#(1)$$

где $C_{p,cr}$ — показатель, принимаемый по таблице 2.1, зависит от отношения высоты стенки и ширины панели гофр (h_w/b_w) [21].

Таблица 1. Зависимость показателя $C_{p,cr}$ от характеристик гофр

h_w/b_w	1	2	3	4	5	∞
$C_{p,cr}$	9,34	6,47	6,04	5,875	5,71	5,34

Местная устойчивость панели гофр при нулевом локальном напряжении определяется по формуле (2)

$$\frac{\tau_{max}}{\tau_{p,cr}} \leq \gamma_c, \#(2)$$

где $\tau_{p,cr}$ — критические касательные напряжения потери местной устойчивости панели гофр;

γ_c — коэффициент условий работы по СП16.13330.2017 [22].

Местная устойчивость панели гофр при локальном напряжении не равном нулю определяется по формуле (3)

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{loc,cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{p,cr}}\right)^2} \leq \gamma_c, \#(3)$$

где $\tau_{p,cr}$ — критические касательные напряжения потери местной устойчивости панели гофр;

$\sigma_{loc,cr}$ — критические нормальные локальные напряжения в гофрированной стенке при воздействии сосредоточенной нагрузки, определяемые по формуле (4)

$$\sigma_{loc,cr} = \frac{0,8 \times C_1 \times R}{\lambda_c^2}, \#(4)$$

где $\lambda_c^2 = \frac{b_w}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ — условная гибкость панели гофр;

C_1 — показатель, принимаемый для сварных балок с гофрированной стенкой согласно табл. 2, в зависимости от отношения (h_w/b_w) и δ , определяемого по формуле (5)

$$\delta = 0,8 \times \frac{b_f}{h_w} \times \left(\frac{t_f}{t_w}\right)^3, \#(5)$$

Таблица 2. Зависимость показателя C_1 от характеристик гофр

δ	b_w/h_w				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5 и более
1	7,73	8,50	9,34	10,30	11,30
2	7,67	8,50	9,50	10,60	11,80
4	7,57	8,50	9,53	10,70	12,00
>6	7,69	8,67	9,77	11,02	12,40

Общая потеря устойчивости выражается в деформации панелей гофров. Критические касательные напряжения определяются по формуле (6)

$$\tau_{o,cr} = \frac{\pi^2 \times E}{12 \times (1 - \nu^2)} \times \left(\frac{t}{h}\right)^2 \times \frac{C_{o,cr}}{1,4} = \frac{1,12 \times C_{o,cr} \times R_s}{\lambda_w^2}, \#(6)$$

где $\lambda_w^2 = \frac{b_w}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ — условная гибкость панели гофры стенки;

$C_{o,cr} = 5,34 + (5,5 \times \alpha^2 - 0,6) \times \sqrt[3]{\frac{\gamma}{4 \times (7 \times \alpha^2 - 5)}}$ — показатель, зависящий от соотношения характеристик гофр (b_w и f);

$\alpha = \frac{h_w}{a}$ — отношение высоты стенки к шагу гофров;

$\gamma = 0,91 \times \left(\frac{f}{t_w}\right)^2$ — погонная жесткость гофрированной стенки в виде треугольных гофров.

При потере местной устойчивости панели гофр может произойти потеря общей устойчивости всей стенки, поэтому характеристики гофров выбираются исходя из условия: $\tau_{p,cr} > \tau_{o,cr}$.

Если представить стенку ортотропной пластинкой, то критические касательные напряжения в случае совместной потери устойчивости будут определяться по формуле (7)

$$\tau_{cr,g} = k_g \times \frac{(D_y \times D_x^3)^{\frac{1}{4}}}{h_w^2 \times t_w}, \#(7)$$

где D_x и D_y — погонные изгибные жесткости гофрированной стенки относительно осей x и y соответственно.

При треугольном гофрировании погонные изгибные жесткости определяются по формулам (8) и (9)

$$D_y = \left(\frac{a}{b_w}\right) \times \left(\frac{E \times t_w^3}{12}\right), \#(8)$$

$$D_x = \left(\frac{b_w}{a}\right) \times \left(\frac{E \times t_w \times f^2}{12}\right). \#(9)$$

Общая устойчивость стенки при нулевом локальном напряжении определяется по формуле (10)

$$\frac{\tau_{max}}{\tau_{o,cr}} \leq \gamma_c, \#(10)$$

где $\tau_{o,cr}$ — критические касательные напряжения потери общей устойчивости стенки.

Контроль общей устойчивости стенки при локальном напряжении не равном нулю определяется по формуле (11)

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{y,cr}}\right) + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{o,cr}}\right)^2} \leq \gamma_c, \#(11)$$

где $\tau_{o,cr}$ — критические касательные напряжения общей потери устойчивости стенки;

$\sigma_{y,cr} = \varphi \times R_y \leq \sigma_{loc,cr}$ — критические нормальные напряжения общей потери устойчивости гофрированной стенки;

φ — показатель, продольного изгиба, установленный в [22].

Прогиб однопролетной балки рассчитывается по формуле (12)

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{q \times l^4}{E \times I} + \frac{\alpha}{G \times A} \times \frac{q \times l^2}{8}, \#(12)$$

где $E = 206000$ МПа — модуль упругости стали;

$G = 78000$ МПа — модуль сдвига;

α — показатель, на который умножаются средние касательные напряжения для того, чтобы получить касательные напряжения в центре тяжести сечения [23].

Изгибная и сдвиговая жесткость вычисляется исходя из условий восприятия изгибающего момента только поясами, а касательных напряжений только стенкой по формуле (13)

$$EI = E \times 2 \times b_f \times t_f \times \left(\frac{h_f}{2}\right)^2 = E \times \frac{b_f \times t_f \times h_f^2}{2}, \#(13)$$

$$GA = G \times h_w \times t_w,$$

$$\alpha = 1.$$

Расчет балок на прочность при действии момента в одной из главных плоскостей производится по формуле (14)

$$\frac{M_x}{A_{fn} \times h_1 \times R_y \times \gamma_c} \leq 1, \#(14)$$

где A_{fn} — меньшая площадь нетто из двух поясов двутавра.

Расчет балок на прочность при действии поперечной силы выполняется по формуле (15)

$$\frac{\tau_{xy}}{R_s \times \gamma_c} \leq 1; \#(15)$$

$$\tau_{xy} = \frac{Q}{h_w \times t_w \times k_\lambda},$$

где $k_\lambda = 1,085 - 0,008\lambda_w$ — условная гибкость гофрированной стенки;

Расчет балок на прочность при действии момента в двух главных плоскостях выполняется по формуле (16)

$$\frac{M_x}{A_{fn} \times h_1 \times R_y \times \gamma_c} \pm \frac{M_x}{I_{yfn} \times R_y \times \gamma_c} \times x \leq 1, \#(16)$$

где x — координата точки сечения относительно его главной оси;

I_{yfn} — сумма моментов инерции поясов нетто относительно оси у-у.

Расчет двутавров с гофрированной стенкой на прочность при действии продольной силы и изгибающего момента выполняется по формуле (17)

$$\frac{N}{(A_{f1n} + A_{f2n}) \times R_y \times \gamma_c} + \frac{M_x}{A_{fn} \times h_1 \times R_y \times \gamma_c} \pm \frac{M_x}{I_{yfn} \times R_y \times \gamma_c} \times x \leq 1. \#(17)$$

Расчет на прочность гофрированных балок при центральном растяжении или сжатии выполняется по формуле (18)

$$\frac{N}{A_n \times R_y \times \gamma_c} \leq 1, \#(18)$$

где A_n — площадь нетто двух поясов двутавра с гофрированной стенкой $A_n = A_{f1n} + A_{f2n}$.

Расчет на устойчивость гофрированных балок при центральном сжатии выполняется по формуле (19)

$$\frac{N}{\varphi \times A \times R_y \times \gamma_c} \leq 1, \#(19)$$

принимая за A площадь брутто двух поясов двутавра с гофрированной стенкой $A = A_{f1} + A_{f2}$.

Литература:

1. Горнов, В. Н. Новые тонкостенные конструкции [Текст] / В. Н. Горнов // Проект и стандарт. — 1937. — №3. — с. 25–28.
2. Ажермачев, Г. А. Балки с волнистыми стенками // Промышленное строительство. — 1963. — №4. — с. 54–56. 3.

3. Степаненко, А. Н. Исследование работы металлических балок с тонкими гофрированными стенками при статическом нагружении [Текст]: дис.... канд. техн. наук: 05.23.01 / Степаненко Анатолий Николаевич. — Свердловск, 1972. — 211 с.
4. Степаненко, А. Н. Исследование работы металлических балок с тонкими гофрированными стенками при статическом нагружении: Автореф. дис....канд. тех. наук. — Свердловск, 1972. — 20 с.
5. Долинский, В. В. Стальные двутавровые ригели с гофрированной стенкой в сейсмостойких многоэтажных рамных каркасах: Автореф. дис. канд. тех. наук. — Новосибирск, 1985. — 22 с.
6. Михайлова, Т. В. Экспериментальные исследования сварных двутавровых балок с периодическими гофрами в стенке [Текст] / Т. В. Михайлова // Типизация и стандартизация металлических конструкций. Сб. научн. тр. ЦНИИПСК. — М.: ЦНИИПСК, 1987. — с. 64–71.
7. Михайлова, Т. В. О влиянии периодических закрытых гофров стенки балки на ее несущую способность [Текст] / Т. В. Михайлова // Разработка и исследование стали для металлических конструкций. Сб. научн. тр. ЦНИИПСК. — М.: ЦНИИПСК, 1988. — с. 158–162.
8. Михайлова, Т. В. Применение профилей высокой жесткости в сплошностенчатых и рамных конструкциях комплектной поставки [Текст] / Т. В. Михайлова, В. Ф. Беляев, В.Ф Кириленко // Комплектные здания из легких металлических конструкций. Тезисы докладов всесоюзного совещания. — М.: ЦБНТИ, 1988. — с. 76–78.
9. Енджиевский, Л. В. Каркасы зданий из легких металлических конструкций и их элементы [Текст] / Л. В. Енджиевский, В. Д. Надеяев. — М.: АСВ, 1998. — 247 с.
10. Степаненко, А. Н. Прочность и устойчивость конструкций из двутавра с волнистой стенкой [Текст]: автореф. дис.... докт. техн. наук: 05.23.01 / Степаненко Анатолий Николаевич. — Хабаровск, 2001. — 48 с.
11. Власов, В. З. Тонкостенные упругие стержни: издание второе, переработанное и дополненное [Текст] / В. З. Власов. — М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. — 568 с.
12. Рыбкин, И. С. К вопросу оптимального проектирования конструкций с гофрированными элементами [Текст] / И. С. Рыбкин // Материалы Шестой Межрегиональной научно-технической конференции «Строительство: материалы, конструкции, технологии». — Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2008. — с. 18–23.
13. Рыбкин, И. С. Компьютерное математическое моделирование гофрированных и иных элементов схожей геометрии [Текст] / И. С. Рыбкин // Промышленное и гражданское строительство. — Москва, 2008. — № 4. — с. 53–54.
14. Elgaaly M., Hamilton R. W., Seshadri A. Shear Strength of Beams with Corrugated Webs // Journal of Structural Engineering. — 1996. — Vol. 122. — № 4. — pp. 390–398.
15. Elgaaly, M., Seshadri A., Hamilton R. W. Bending Strength of Steel Beams with Corrugated Webs // Journal of Structural Engineering. — 1997. — Vol. 123. — № 6 — pp. 772–782.
16. Chan, C. L., Khalid Y. A., Sahari B. B., Hamouda A. M. S. Finite element analysis of corrugated web beams under bending // Journal of constructional steel research. — 2002. — Vol. 58. — pp. 1391–1406.
17. Khalid, Y. A., Chan C. L., Sahari B. B., Hamouda A. M. S. Bending behavior of corrugated web beams // Journal of materials processing technology. — 2004. — Vol. 150. — pp. 242–254.
18. Huang, L., Hikosaka H., Komine K. Simulation of accordion effect in corrugated steel web with concrete flanges // Computers and structures. — 2004. — Vol. 82. — pp. 2061–2069.
19. Metwally, A. E., Loov R. E. Corrugated steel webs for prestressed concrete girders // Materials and Structures. — 2003. — Vol. 36. — pp. 127134.
20. Mo, Y. L., Jeng C. H., Krawinkler H. Experimental and analytical studies of innovative prestressed concrete box-girder bridges // Materials and Structures. — 2003. — Vol. 36. — pp. 99–107.
21. СП 294.1325800.2017 Конструкции стальные. Правила проектирования.
22. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23–81*.
23. Тимошенко, С. П. Соппротивление материалов. Том 1. — М.: Наука, 1965. — 364 с.

Кинематические опоры как средство оптимальной сейсмозащиты: достоинства и недостатки

Захаров Сергей Александрович, студент

Научный руководитель: Дроздов Вячеслав Вячеславович, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

Классификация методов защиты зданий и сооружений в сейсмически опасных зонах является особенно актуальным. Помимо стандартного увеличения надежности конструкции путем повышенной несущей способности возможно и применение комбинированных методов. Кинематические опоры являются эффективным средством сейсмозащиты в зданиях и сооружениях. Они позволяют снизить воздействие сейсмических вибраций на здание и минимизировать возможный ущерб от землетрясения.

Вопросы и споры, касающиеся выявления оптимального метода защиты зданий при проектировании и дальнейшем строительстве зданий и сооружений в сейсмически опасных районах за последние десятилетия многократно обсуждаются, примером тому могут быть анализ и результаты, к которым пришли авторы работ [1–3].

На основании анализа литературы как учебного, так и научного плана можно сделать вывод о том, что реализация различных подходов в проектировании строительных объектов в сейсмически опасных зонах фрагментарна, что значит, что каждый конкретный случай нужно рассматривать из действительных и принадлежащих объекту проектирования данных, геологических и климатических характеристик, а также, назначения конкретного объекта строительства. В действительности, вариантность проработки решений сводится, как правило, к решению следующих задач: сравнение и выбор наилучшего варианта проектирования средств сейсмозащиты, сравнение и выбор оптимальной конструктивной модели и строительных материалов, безусловно в зависимости из экономической целесообразности. При этом, немало важно подтверждать и актуализировать имеющиеся в архивах земельных ведомств данные, ведь, как известно из карт общего сейсмического районирования территорий, количество регионов с высокими сейсмическими рисками значительно увеличилось по сравнению с данными предыдущими, которые представлены в работах [4,5].

Кинематическая опора представляет собой соединение двух элементов здания, которые могут свободно двигаться друг относительно друга в одной или нескольких плоскостях. Такой механизм позволяет зданию перемещаться в ответ на сейсмические вибрации, что существенно снижает нагрузку на здание и предотвращает повреждения конструкций и сооружений.

Применение кинематических опор требует детального исследования сейсмической активности в районе строительства и анализа вибрационного поведения здания. Они устанавливаются на фундаменте или на верхней части столбов и колонн и могут применяться в различных типах зданий — от небоскребов до жилых домов.

При проектировании зданий и сооружений с кинематическими опорами необходимо учитывать различные факторы, такие как размеры и вес здания, характеристики местности, в частности особую роль отводят ветровым воздействиям. При правильном применении, кинематические опоры могут значительно повысить уровень сейсмической безопасности зданий и сооружений даже без применения средств дополнительной сейсмоизоляции.

Однако, большой проблемой при расчете является слабая прогнозируемость самих землетрясений, особенно, имеющих доминантные периоды более 1 с. При таких землетрясениях здание с кинематическими опорами может получить значительные смещения, при которых может произойти потеря устойчивости всего здания и ее полный отказ.

Таким образом, такая система сейсмоизоляции может применяться только в районах, для которых прогнозируются высокочастотные землетрясения, и исключается возможность появления низкочастотных землетрясений.

В остальных случаях, согласно практике, сейсмоизоляция с кинематическими опорами может применяться только с дополнительными средствами сейсмозащиты.

Сейчас имеется некоторый опыт практического применения таких систем и у нас. К примеру, в Севастополе стоит пятиэтажный крупнопанельный жилой дом с сейсмоизолирующим поясом, состоящим из 6.5 тысяч армоцементных опор в форме эллипсоидов вращения диаметром 60 мм и высотой 58 мм уложенных по всей площади фундамента.

Также, в здании применена демпфирующая система в виде железобетонного бункера. С целью получения данных о реальных динамических параметрах здания производились экспериментальные исследования. Было обнаружено, что часть опор под действием веса здания разрушилась, что говорит об их неравномерном нагружении или разной прочности.

Также, в результатах проведенных испытаний было уточнено, что данное конструктивное решение не привело к существенному изменению динамических характеристик здания по сравнению с аналогичными характеристиками зданий, имеющих обычные фундаменты.

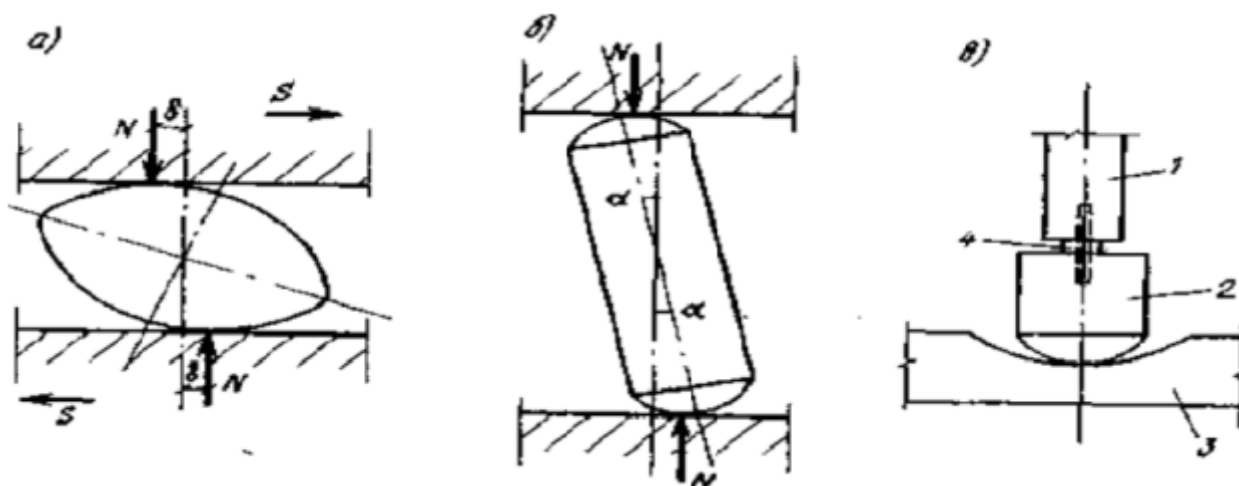


Рис. 1. Схема кинематических опор, где а) — эллипсоиды вращения; б) — стойка со сферическими поверхностями торцов; в) — опора конструкции, а 1 — колонна; 2 — подколонник; 3 — опорная фундаментная плита; 4 — центрирующая шайба

Проведенные дополнительные модельные исследования показали, что применение опор в форме эллипсоидов диаметром меньше 0,5 м не обеспечивает сейсмоизоляцию сооружений.

К недостаткам данной системы следует отнести следующее.

Изготовление стоек со сферическими торцами и специальными высокопрочными контактными поверхностями требует высокой точности, присущей скорее машиностроительному производству, чем строительной технологии. Кроме того, при наклонах стоек возникают существенные местные напряжения, для восприятия которых требуется дополнительная арматура, что приводит к увеличению расхода стали.

Все это, а также повышенная точность при монтаже приводит к существенному возрастанию трудоемкости и стоимости 38 конструкций. Более экономичной и простой при монтаже представляется система сейсмоизоляции с кинематическими опорами, примененная для четырехэтажного здания в г. Навои. Нижние основания кинематических опор, имеющие выпуклую сферическую поверхность опирания, размещаются в сферических выемках опорной плиты фундамента, а верхние основания их соединяются шарнирно с колоннами посредством центрирующей шайбы.

Как говорилось ранее, особое внимание, при проектировании здания на кинематических опорах уделяется влиянию ветровых нагрузок.

Устойчивость к ветровым воздействиям, при применении устройства кинематических опор, как объясняется, происходит ввиду того, что податливость контактных площадок достаточно не высокая, что позволяет им реагировать на высокоинтенсивные ветровые воздействия в процессе обычной эксплуатации, а это уже представляет определенную опасность в случае, если здание является средне этажным или повышенной этажности, что

подразумевает возможность смещения опор с статичного положения и соответственного смятия стальных пластин, которые в свою очередь, приведут к снижению демпфирующей способности кинематических опор.

В качестве объекта исследования рассматривалась опора Курзанова-Семёнова, представленное трубобетонной сейсмоизолирующей опорой. Основное направление при применении данной опоры является устройство ее в зонах с повышенной интенсивностью сейсмических воздействий, а именно в 7–9 бальных районах.

Габариты опоры подбираются из диапазона 1.5 до 10 м по высоте и от 300 до 1500 мм в диаметре.

Как указано, основными достоинствами данной системы выделяется:

- Возвращение в исходное состояние после сейсмических и ветровых воздействий, а также стабильная работа при повторных землетрясениях в процессе эксплуатации.
- Долговечность сравнимая с периодом эксплуатации здания в целом;
- Постоянность несущей способности, с учетом проектных смещений;
- Устойчивость при резонансных явлениях;
- Экономичность и быстрота устройства;
- Компактность

Объектом исследования для проведения расчетов выбирается 19-этажный жилой дом, имеющий по проекту — 119 кинематических опор и стену, в качестве ядра, толщиной 400 мм из железобетона по всему периметру здания.

Все расчеты производился при помощи ПК Лира-САПР

Граничные условия заданы согласно СП 22.13330.2016, где коэффициенты постели приравниваются к $4.42 \cdot 10^4$ и $1.35 \cdot 10^6$ кН/м соответственно.

Характеристики модели КЭ55 и здания в целом сведены в таблицу 3.3

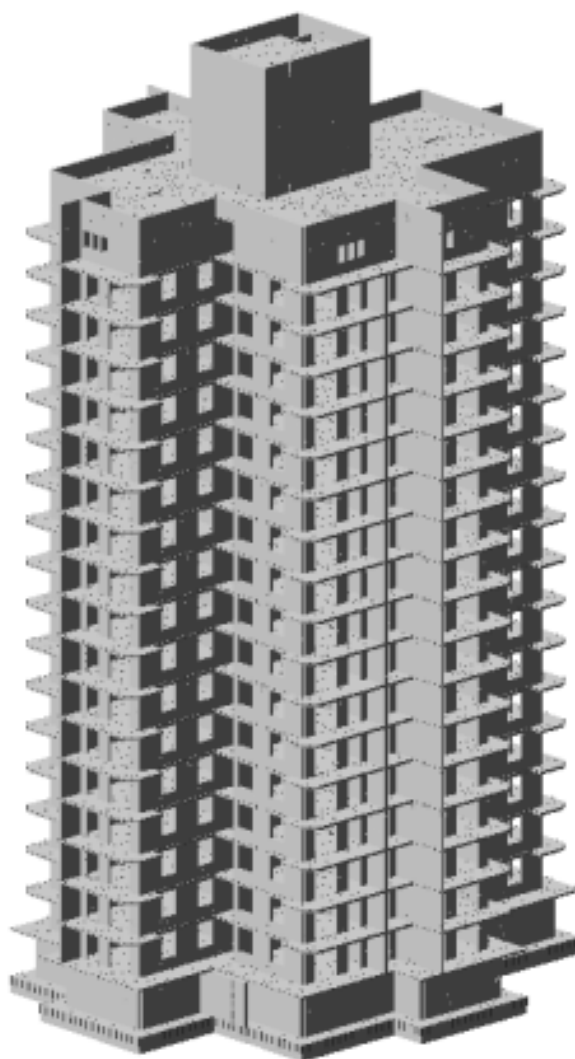


Рис. 2. Пространственная модель здания

Таблица 1. Характеристики модели

Наименование	Значение	Единица измерения
Вес здания	189700	кН
Вес опор	1600	кН
Кол-во опор	119	Шт.
Упругая горизонтальная податливость	10450	кН/м
Жесткость КЭ55 Rx Ry	10400	кН/м
Жесткость КЭ55 Rz	8600000	кН/м

Результаты выполнения полного расчета сведены в табл. 2

На основании результатов, напрашивается вывод о том, что ветровая нагрузка не оказывает значительного влияния, при применении кинематических опор в качестве системы сейсмоизоляции, что еще раз подтверждает оптимальность выбора данного решения.

Максимальные перемещения при максимальных нагрузках, в стадии расчета, не превысили 2.84 мм, что находится в диапазоне упругой работы. Также, в принципе ра-

боты опор при повышении этажности сдвига системы до критического состояния также не произойдет.

Учитывая постоянное совершенствование программного комплекса, а также использования уже известных методик более детально возможно прийти к решению по ограничениям, которые возникают у типа конечных элементов 55, связанные с геометрической изменчивостью, что далее позволит пересмотреть методы оценки сейсмической реакции при моделировании подобной механики.

Таблица 2. Максимальные перемещения

№ п/п	Конструкция	Ветровое воздействие	Δ_1^{**} , мм:
1	Надземная часть	Вдоль X	6,69 (X_{max}) 2,12 (Y_{max})
2	Надземная часть	Вдоль Y	7,81 (X_{max}) 3,66 (Y_{max})
3	Надземная часть	Вдоль X/Y	6,93 (X_{max}) 6,79 (Y_{max})
4	Оголовки опор	Вдоль X	2,57 (X_{max})
5	Оголовки опор	Вдоль Y	2,84 (Y_{max})
6	Оголовки опор	Вдоль X/Y	2,65 (X_{max})

Литература:

1. Выскребенцева, М. А., Бу Ле Куен Методы сейсмогашения и сейсмоизоляции с применением специальных устройств // ИВД. 2019. № 1 (52).
2. Albert, Y. U., Dolgaya A. A., Ivanova T. V., Nesterova O. P., Uzdin A. M., Guan J., Ivashintzov D. A., Voronkov O. K., Shtilman V. B., Shulman S. G., Khrapkov A. A. Seismic input models for tuned mass damper designing // Magazine of Civil Engineering. 2017. № 8 (76).
3. Ахматов, М. А. О новых тенденциях в сейсмостойком строительстве // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2014. № 2 (4).
4. Халелова, А. К. Обеспечение сейсмостойкости зданий и сооружений / А. К. Халелова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 46 (336). — с. 40–44.
5. Дроздов, В. В. Сейсмическая надежность зданий повышенной этажности: монография / В. А. Пшеничкина, В. В. Дроздов, А. Ю. Чаускин; Волгогр. гос. техн. ун-т. — Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2022. — 180 с.
6. Абакаров Абакар Джансулаевич, Зайнулабидова Ханзада Рауповна Сейсмическая реакция нелинейной системы сейсмозащиты с кинематическими опорами // Вестник ДГТУ. Технические науки. 2018. № 3.
7. Муселемов Хайрулла Магомедмурадович, Устарханов Осман Магомедович, Юсупов Абусупьян Курашевич Статистический анализ акселерограмм реальных сильных землетрясений // Вестник ДГТУ. Технические науки. 2017. № 4.

Перспективы внедрения BIM-технологии в производство строительных изделий и конструкций

Козлов Максим Владимирович, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматриваются общемировые тенденции внедрения BIM-технологии в строительную отрасль: перспективы их использования в области производства строительных материалов, изделий и конструкций. Описаны основные способы применения BIM для производства, приведены примеры использования технологии в реальной практике и разобраны перспективные направления развития внедряемой инновации. Также в статье указывается на состояние процесса интеграции технологии информационного моделирования в России, приводится вывод о потребности учета мировых тенденций при дальнейшем ее развитии в сфере строительной индустрии.

Ключевые слова: BIM-технология, информационное моделирование, инновации в строительной отрасли, интеграция BIM, цифровая модель здания, производство строительных материалов, изделий и конструкций, производственный процесс в строительной отрасли.

Технология информационного моделирования прочно вошла в сферу проектирования и в настоящее время наблюдаются тенденции её более широкого внедрения в строительную сферу. И участники индустрии, и представители правительства, в особенности Минстрой, демонстрируют решительность в вопросе потребности ин-

теграции BIM-технологии для обеспечения конкурентных преимуществ на рынке ЕАЭС сферы производства строительных материалов и следованию общемировой концепции бережливого производства и устойчивого развития. Очевидно, что плюсы от применения такого рода технологии, не поддаются сомнениям. Они неоднократно описаны в различных научных статьях и на практике доказаны примером стран-передовиков в данной области [1, 2].

Однако несмотря на лоббирование данной технологии, позитивный настрой со стороны бизнеса и расширение нормативной базы, следует признать значительное отставание процесса интеграции BIM-технологии в сферу производства строительной продукции [3, 4, 5]. Проблемы и барьеры, с которыми сталкивается индустрия, на пути к введению широкого использования рассматриваемой инновации, также неоднократно отмечены и разобраны в различных научных статьях [6, 7]. Одним из таких барьеров является отсутствие понимания о BIM как об универсальном инструменте, применяемом на всех этапах жизненного цикла проекта, начиная от предварительного проектирования и заканчивая периодом эксплуатации объектов строительства [6]. Данная проблема рассматривается не только в России. Например, в национальном отчете по BIM Великобритании «*UK National BIM Report*», выпускаемом каждый год с 2011, также указывается, что у большинства опрошенных, данная технология связана только с созданием 3D-модели. И учитывая, что Великобритания в разы опережает Россию по объемам внедрения данной технологии, следует сделать некоторый вывод: вопрос расширения спектра применения BIM в РФ будет еще долго являться проблемой, требующей решения для дальнейшего его более полного использования.

Применение BIM в процессах производства строительных материалов, изделий и конструкций — это одна из современных тенденций, активно развивающихся в некоторых зарубежных странах, и имеющая заметно отставание в России. Очевидно, производственный процесс — один из самых трудоемких этапов строительства. Производителю или производственной компании очень важно работать над оптимизацией своих затрат и окупаемостью существующих операций. И с появлением такой новой технологии как BIM промышленность может извлечь выгоду, применяя инновационные методы организации рабочих процессов.

Существует огромный спектр использования BIM в производственных отраслях. Одним из самых развитых на сегодня вариантов интеграции BIM в производственный сектор — это включение в реструктуризацию общего потока информации на всех этапах создания как самой строительной продукции, так и строительства объекта в целом. Создание информационной модели здания — это процесс, который помогает в совместной работе данных или информации об объекте с трехмерной визуальной геометрией конструкций. И так как этот процесс может включать в себя все этапы строительства, то производители строительных материалов и конструкций могут

получить информацию о своей продукции в общей модели и извлекать из нее требования для производственных процессов. Таким образом, выполняется самая главная цель использования BIM — это информационный обмен между всеми участниками проектирования и строительства.

Очевидно, правильный обмен информацией между участниками проекта — это один из самых трудных процессов. И данная задача, в нынешних реалиях, становится еще большим барьером, если сталкиваться с эффектом от глобализации в строительной отрасли. На практике, все чаще встречаются ситуации, когда проектировщики, производители и заказчики могут находиться в разных странах и иметь различную строительную культуру. Именно тогда и возникает острая проблема нехватки информации между сторонами производственного процесса. И приведенный ранее вариант применения BIM производителями направлен на решение именно этой задачи.

Прежде чем переходить к конкретному примеру, следует теоретически описать на чем основан принцип упрощения обмена информацией между производителями и другими участниками проектов. Часть работы производителей состоит в создании, в зависимости от используемого программного обеспечения, «компонентов» или «семейств», именуемые в дальнейшем «компоненты». Тут важно отметить, что большинство разработчиков программного обеспечения для BIM-проектирования, понимая перспективы, успешно интегрировали и предоставили в пользование все что нужно для работы в этом направлении. Это означает, что отдельным крупным или мелким производителям не понадобится разрабатывать собственное программное обеспечение для рассматриваемого способа обмена информацией. Вся работа происходит непосредственно на тех платформах, где осуществляется BIM-моделирование. Из этого также следует, что сами инструменты будут максимально унифицированными по многим параметрам. Данный факт сразу же облегчает работу и предупреждает возникновение множества возможных барьеров. Работа над созданием компонента в BIM-среде, строится на основе спецификации. Таким образом, условный продукт будет добавлен в модель, как деталь, которую можно будет изменять, вводя определенную параметрическую информацию, что в свою очередь, автоматически заполнит спецификацию данной детали. Другими словами, проектировщик, моделирующий в BIM, выбирая определенную продукцию, уже внутри модели имеет исходные данные от производителя. После выбора или ввода требуемых для проектировщика настроек для компонента, помимо отображения в модели, автоматически заполняется и спецификация на данный элемент. Причем информация в автоматической спецификации будет четко структурирована так, как это необходимо производителю.

Стоит отметить, что существует множество компаний, в том числе и в России, которые уже проделали большой объем работ в этом направлении. В качестве практического примера можно рассмотреть компонент от одного из лидеров BIM-интеграции среди производителей пере-

довой зарубежной компании Peikko Group, выпускающей продукцию для сборного железобетонного и монолитного строительства. В самой компании неоднократно отмечали, что их сильная позиция на мировом рынке связана с успешной интеграцией выпускаемой продукции с BIM-пространством. И учитывая широкую номенклатуру выпускаемой продукции сейчас сложно придумать иное решение, которое действительно позволило бы так качественно структурировать обмен информации между потенциальными пользователями и изготовителем.

Предположим, стоит задача запроектировать базу металлической колонны на классическом железобетонном монолитном подколоннике, выбрать тип и расположить анкерные болты (3D-модель базы представлена на рис. 1). После расчета конструкции определяются усилия, возникающие в опорном узле колонны и на анкерных болтах проектируемой базы. Далее проектировщику остается лишь вставить в 3D-модель разработанный производителем анкерных болтов компонент (пример моделей анкерных болтов разного типа, выбранных в компоненте, представлен на рис. 2). Стоит отметить, что саму деталь в модели проектировщик может сделать и самостоятельно,

вручную, однако весь смысл в подготовленном меню, включающем в себя параметрические настройки. Как указывалось выше, самое главное достоинство данной технологии в легкой доступности информации. На рис. 3 представлен пример меню с настройками для компонента анкерных болтов от «Peikko Group». Очевидно, первое, на что стоит обратить внимание, в меню — это ссылки на интернет-ресурсы производителя. Для проектировщика, в первую очередь, в этом варианте через ссылки дают всю нужную информацию о компании, инструкции по использованию, способе и правилах установки в видеоформате. Таким образом, зная усилия на анкерные болты и имея данный компонент, проектировщик легко найдет актуальную информацию, выберет тип и правильно расположит закладную деталь. После введения в меню некоторых заранее предложенных на выбор параметров, а также уточнения нескольких геометрических размеров, работа с анкерными болтами со стороны конструктора будет завершена. Объемы проделанной работы будет достаточно, чтобы в дальнейшем на чертежах и в спецификациях удалось получить полную и актуальную информацию для заказчика и производителя о применяемых анкерных болтах.

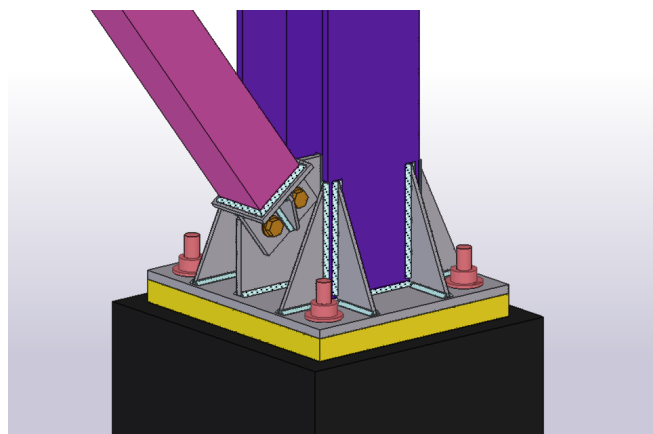


Рис. 1. 3D-модель базы колонны

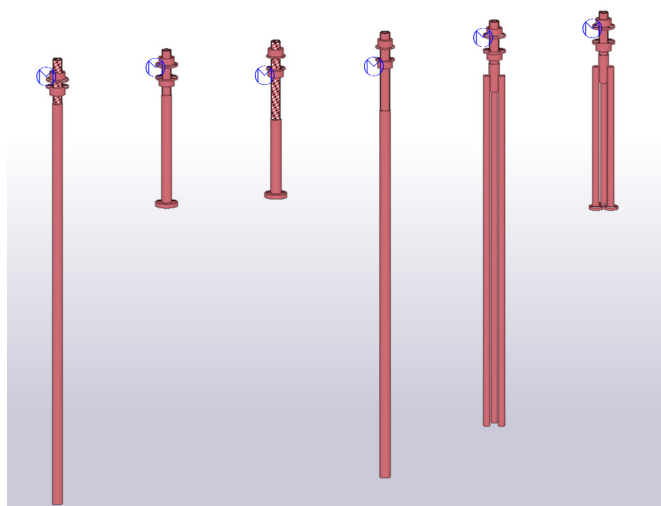


Рис. 2. Пример 3D моделей анкерных болтов разных типов, выбранных в компоненте от производителя

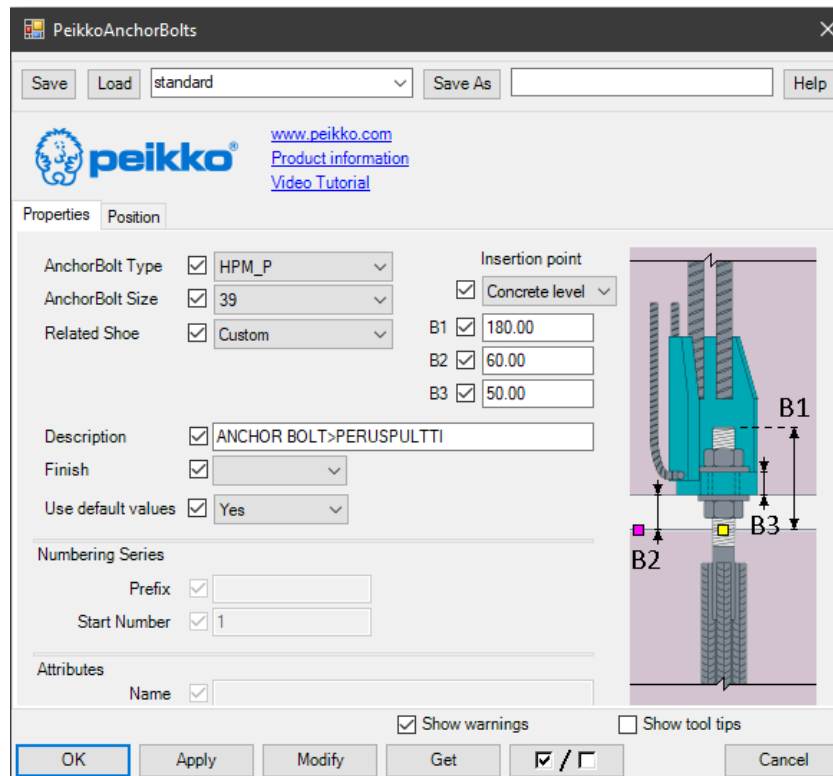


Рис. 3. Меню с параметрическими настройками компонента от производителя анкерных болтов

Описанный выше процесс показывает, каким образом производители строительных материалов, изделий и конструкций могут с легкостью предоставлять информацию о своей продукции в BIM-модель. Преимуществ для индустрии строительных материалов от интеграции такой технологии множество. Обмен актуальной информацией не только снижает возможное количество ошибок при проектировании, но и делает продукцию более конкурентоспособной. Очевидно, что на данный момент использование BIM-контента некоторыми производителями является исключительной особенностью и отличает их от остальных. Однако, в ближайшие годы существует большая вероятность, что множество компаний будут ускорять свою интеграцию в эту технологию, поскольку возможности применения очень широки. Например, одна из последних идей, мало где реализованных, но широко распространяющихся, примерная стоимость используемого продукта. Это когда помимо всей информации об элементе или материале, существует графа с актуальной ценой непосредственно в модели. Условная стоимость будет идти напрямую от производителя и постоянно обновляться при изменениях. Это значительно повышает экономичность выбранных проектировщиком решений, а также обеспечивает прозрачность процессов для заказчика (инвестора).

Пример с анкерными болтами, конечно, не единичный. Так, при проектировании в настоящее время все чаще применяют компоненты от производителей различных сборных железобетонных конструкций целиком. Например: пустотные плиты, сборные стеновые панели,

сборные колонны и балки. Также, технологию начали применять производители различного оборудования и строительных материалов. В теории, любая промышленная компания, участник строительной индустрии, может представить свою продукцию в BIM-инфраструктуре. Например, компании по производству гидроизоляции, бетона, металлоконструкций, ОВиК оборудования или проч.

Другим серьезным преимуществом от применения BIM-технологии, как уже говорилось ранее, является возможность компаний не только предоставлять информацию, но и брать ее из модели. Это может влиять уже непосредственно на производственный процесс в цехах. На данный момент, существует 3 основных способа обратного получения информации из модели для производителей строительных материалов, изделий и конструкций. Один из них, всегда присутствующий в рассмотренных далее опциях, это выгрузка чертежей. В этом процессе нет ничего инновационного для производств. Но можно еще раз отметить, что создание и выгрузка чертежей из информационной модели, при использовании компонентов, значительно облегчает процесс как для проектировщика, так и для изготовителя. Информация о используемой продукции в спецификациях на чертежах идет напрямую от производителя, что снижает возможность возникновения ошибок у проектировщика в обозначениях, и тем самым облегчает работу предприятий, имеющих большую номенклатуру продукции.

Следующий способ передачи информации из BIM для производителей, позволяет им работать непосредственно с моделью, копию которой проектировщики выгружают вместе с чертежами. Применение такого вида обмена ин-

формацией полезно тем, что производитель строительных материалов, изделий или конструкций может самостоятельно вывести нужные ему спецификации. В некоторых случаях, компании производят проверку принятых решений на предмет возможности исполнения и правильности применения. В том числе производителем могут предлагаться корректировки решений для правильной работы изготавливаемой конструкции или оборудования. Очевидно, вышеперечисленные процессы значительно упрощаются при применении копии 3D-модели. На практике в зарубежных странах передача, для компании производителя, BIM-модели совместно с чертежами является постоянной практикой и всегда прописывается в задании на проектирование. Причем не только для производителей сложного технологического оборудования, но и для производителей различных строительных материалов и конструкций.

Последний из самых популярных методов взаимодействия производителей с проектом дает возможность работы непосредственно в модели, наравне с проектировщиками. Очевидно, это позволяет наилучшим образом реализовать идею BIM-технологии. Помимо описанных выше доступных инструментов, компания производитель может в том числе вносить изменения в информационную модель. Если быть точнее, команда проектировщиков от производителя любых материалов или конструкций может самостоятельно работать в общей модели, изменять ее, загружать и выгружать информацию. Рассматриваемый вариант позволяет наполнить BIM-модель совершенно различной информацией от производителя, такой как: сметы, стадии готовности, 3D-модели готовых конструкций для сравнительного анализа и т. д.

На практике все чаще встречаются проекты, в которых проектировщики из компании производителя конструкций, изделий, материалов или оборудования могут самостоятельно проектировать свою часть в общей модели. Например, при работе над большим по объему объектом, включающем в себя сложное фасадное остекление. В таком случае собственная команда проектировщиков от производителя алюминиевых систем остекления фасада может работать в общей BIM-модели. Очевидно, что это значительно повысит скорость и качество производственного процесса, а также позволит создать точные и «прозрачные» сметы на продукцию.

Отдельная ветвь развития данной технологии направлена на то, чтобы извлекаемая из BIM-моделей информация могла применяться непосредственно на производственном оборудовании или станках. В последнее время появляются новейшие производственные технологии, способные загружать из BIM-моделей специальные форматы и передавать их на оборудование, например, станки ЧПУ. Которое в дальнейшем изготавливает продукт или компонент так, как он смоделирован. Это ветвь развития BIM-технологии только начинает применяться и имеет существенный барьер. В данном случае, разработчики программного обеспечения для BIM могут предоставить

только инструмент передачи информации — форматы. Для реализации такой идеи нужна полная модификация производственных предприятий. Нужно добиться, чтобы оборудование и станки сумели прочесть информацию, выделенную из модели. Таким сейчас могут похвастаться только единичные компании, которые предлагают собственное программное обеспечение для своего оборудования. Так, одна из финских компаний еще в 2016 году представила программу, которая позволяла выдавать задание на станки ЧПУ для производства ЛСТК профилей. Программа опиралась на выгрузку из BIM-модели в специальном формате.

Однако несмотря на сложности, уже сейчас во многих компаниях настроена автоматизация процессов передачи задания из моделей. Это выполнимая задача, если не прибегать к самонастройке станков и оборудования для создания уникальных деталей, профилей и компонентов, а предварительно завести в них всю производимую номенклатуру продукции. Тогда оборудование будет способно прочесть спецификацию, выделить оттуда, например, серийные номера, требующихся на проекте продуктов, их количество и пустить в производство.

Такое взаимодействие, так или иначе, будет усиливаться по мере развития программного обеспечения и производственного оборудования. Но общая тенденция четко просматривается и формулируется многими разработчиками ПО для BIM и передовыми компаниями, производителями строительных материалов, изделий и конструкций. Цель заключается в создании автоматической системы оборота информации, непосредственно в BIM-модели. Проектировщики и изготовители строительной продукции уже сейчас имеют возможность прямого общения через модель, а в дальнейшем все будет автоматизированным. Станки или оборудование, будут самостоятельно забирать нужную для производства информацию. А после выпуска продукции информация уже от производителя будет автоматически добавляться в BIM-модель проекта. И все это сейчас будет сопровождаться возможностью мониторинга со стороны заказчика.

В конечном счете тенденция интеграции BIM-технологии в компаниях, производящих строительные материалы, изделия и конструкции, имеет большие перспективы. Обширность применения сложно даже представить. Помимо приведенных в статье способов использования такого инновационного подхода уже сейчас обсуждаются идеи, которые найдут отражение в ведении логистики производственных предприятий, изменят систему продажи продуктов. Но даже имеющиеся наработки значительно повышают конкурентоспособность и качество выпускаемой продукции, улучшают результаты проектов, решают множество проблем, которые были актуальны долгое время. С большой долей вероятности «локомотивом» в этой области для мировой строительной индустрии станут все новые и новые мегапроекты, в которых применение рассматриваемой технологии всеми участниками является необходимостью. Однако параллельно

с этим все связано с уровнем развития программных обеспечения и оборудования.

В индустрии строительных материалов РФ на данный момент сложилась сложная ситуация с процессом интеграции BIM-технологии: нехватка собственного программного обеспечения как для автоматизированного производственного оборудования, так и для самой технологии информационного моделирования, кадровый голод специалистов в этой области. По мере решения перечисленных проблем следует также учитывать пере-

довой опыт ведущих мировых компаний в этой сфере. Обучение новых специалистов и разработку программного обеспечения следует производить с пониманием о BIM как об инструменте, применяемом на всех этапах и всеми участниками строительства, в том числе изготовителями. В производственных процессах это не только повысит стабильность качества выпускаемой продукции и выполняемых проектов, но и даст толчок на модернизацию предприятий, производящих строительные материалы, изделия и конструкции в России.

Литература:

1. Юшкин, И. И. Проблемы и преимущества внедрения BIM на предприятиях строительной отрасли / И. И. Юшкин, Ш,Г Аламиди, Н. А. Стасевская. — Текст: непосредственный // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. — 2022. — № Т. 18. № 2. — с. 172–182.
2. BIM-технологии / Е. Н. Рыбин, С. К. Амбарян, В. В. Аносов [и др.]. — Текст: непосредственный // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. — 2019. — № 9. — с. 98–105.
3. PwS в России. PropTech в России 2020: Обзор практики применения BIM-технологий и инновационных решений в области проектирования.
4. Пухаренко, Ю. В. Цифровой мониторинг как способ защиты рынка строительной продукции от фальсификата / Ю. В. Пухаренко, В. Д. Староверов, А. Л. Дмитриев. — Текст: непосредственный // Жилищное строительство. — 2022. — № 4. — с. 3–8.
5. Пухаренко, Ю. В. Повышение безопасности и качества строительных материалов на основе оценки опыта и деловой репутации предприятия / Ю. В. Пухаренко, В. Д. Староверов, А. А. Герасименко. — Текст: непосредственный // Строительные материалы. — 2019. — № 5. — с. 3–8.
6. Абалтусов, Ю. А. BIM-технологии. Проблемы их внедрения и перспективы развития в строительстве и проектировании / Ю. А. Абалтусов, В. В. Чатуров. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 25 (263). — с. 151–153.
7. Чегодаева, М. А. Функциональность информационной модели на этапах проектирования, строительства и эксплуатации здания / М. А. Чегодаева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 25 (129). — с. 102–105.

Отечественная BIM-система Renga как современная трехмерная программа для проектирования зданий и сооружений

Свигачева Ольга Андреевна, студент магистратуры;

Герасенко Виктория Алексеевна, студент магистратуры

Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова (г. Новочеркасск, Ростовская обл.)

В статье автор рассказывает о возможностях программного BIM-комплекса Renga. Отмечает ряд преимуществ и новшеств для быстрого создания и моделирования зданий и сооружений.

Ключевые слова: Renga Software, BIM-комплекс, трехмерное проектирование, 3D-моделирование.

В данное время двухмерное проектирование начинает терять свою популярность в использовании, так как многие современные инженеры-проектировщики делают свой выбор в пользу более прогрессивных трехмерных программ, таких как: ArchiCAD, Autodesk Revit, Renga, Civil 3D, Tekla Structures и др. И с этим нельзя не согласиться, ведь такого рода программные комплексы имеют ряд преимуществ, благодаря которым можно упростить себе работу как в процессе создания чертежей, так и в

дальнейшей работе по исправлению допущенных ошибок в момент их создания. [1, с. 1]

Технические решения, принимаемые в процессе работы над проектом, порой несут в себе ошибки и несогласованность между специалистами, работающими над разными разделами проектирования, что влияет на создание различных спецификаций, а также на ошибки в подсчетах проектных смет. Все перечисленное ведет к дополнительным затратам времени на устранение недочетов. [2, с. 1]

Как оказалось, не только инженеры-проектировщики заинтересованы в том, чтобы проектирование и моделирование новых строительных объектов разрабатывалось с помощью отечественных программных комплексов, но и наше государство, поэтому фирма АСКОН, которая разработала программу КОМПАС-3D, с компанией «1С» совместно создали предприятие Renga Software, которое занялось развитием и продвижением BIM-системы Renga.

Программа Renga — это российская BIM-система для совместного архитектурно-строительного проектирования, разработки несущих конструкций, внутренних инженерных сетей и технологической части зданий и сооружений.

Данный программный комплекс несет в себе ряд преимуществ таких как:

— *Простой интерфейс.* Говоря о типичной системе для информационного моделирования, многие представляют множество панелей и команд на каждой стороне экрана, с многочисленными плавающими окнами и выпадающими списками. Всё это приводит к тому, что освоение некоторых BIM-систем с нуля может занять у инженер-проектировщика большое количество времени, что скажется на его скорости работы.

— *Совместная работа нескольких пользователей.* Несколько пользователей могут в режиме реального времени вносить изменения в объекты 3D-модели.

— *Все инструменты оформления чертежа в Renga настроены согласно стандартам СПДС.* С архитектора снимается огромный пласт задач, которые он выполнял вручную, ведь раньше подготовка каждого отдельно взятого разреза занимала значительное время.

— *Автоматическое заполнение спецификаций.* Все данные по 3D-модели автоматически попадают в спецификацию, оставляя за пользователем выбор места расположения спецификации на чертеже. Так же есть возможность получить данные по проекту в виде отчетов, где уже настроены специальные шаблоны (макросы) для получения нужных спецификаций.

— *Взаимодействие со сметными системами.* Часто в процессе проектирования приходится осуществлять перерасчет в смете проекта. Renga облегчает жизнь инженер-проектировщику, снимая с него задачу повторного построения объекта, при изменениях в расчетном комплексе.

— *Упрощение процесса проектирования.* Дает возможность работать над одним проектом сразу нескольким инженер-проектировщикам, что естественно, сокращает сроки исполнения задания и минимизирует количество ошибок.

— *Доступная стоимость.* Стоимость бессрочной лицензии — 125 000 рублей, а годовой — 65 000 рублей.

— *Обмен данными (графическими, атрибутивными) с другими системами для рендеринга, анализа и расчета.*

Предусмотрен экспорт модели в такие форматы как. ifc,.obj,.dae,.stl,.dwg,.dxf и импорт форматов.ifc,.c3d, obj,.dae,.3ds,.lwo, stl. Последний формат.stl предназначен для печати модели на 3D-принтере, что экономит время инженер-проектировщику на создание макета будущего здания или сооружения.

— Частые новые релизы обновлений с новыми функциональными возможностями.

Работа над проектом осуществляется в 3D-редакторе, где с помощью объектных инструментов (колонн, перекрытий, стен и т. д.) строится 3D-модель. Разрабатывается архитектура, которая наполняется конструктивными решениями, выполняются инженерные сети. В части нестандартного технологического оборудования, оно может быть импортировано из других САПР.

Из 3D-модели могут быть созданы необходимые для строительства проекции, которые затем оформляются в 2D-документы: чертежи (планы, фасады, разрезы, узлы) и спецификации.

Предварительно или в процессе должны быть созданы стили для применяемых материалов, конструктивных элементов, оборудования и т. д.

В программе на высоком уровне развита совместная работа над одними и теми же несущими конструкциями. Например, при работе с группой колонн один пользователь может выбирать Стиль армирования, а в это время второй пользователь может проверять марки или работать со свойствами Колонн, оформляя спецификации и чертежи.

Также есть множество нужных разрешений для системы Renga, начиная от визуализации 3D-модели на мобильных устройствах, которая дает возможность предоставлять своим заказчикам и иным партнерам 3D-модель здания в удобном для просмотра формате, и заканчивая возможностью тщательно продумать и спланировать работы с помощью «1С:ERP Управление строительной организацией 2», составлением, расчетом, хранением и печатью строительной сметной документации, благодаря «1С:Смета 3». И все это можно найти на официальном сайте Renga Software.

На официальном сайте можно найти BIM-каталоги, благодаря которым можно с легкостью сконструировать свое здание, т. к. они созданы по типовым сериям, ГОСТам и каталогам отечественной продукции.

На данный момент, многие высшие учебные учреждения заинтересованы в продвижение данного BIM-комплекса, поэтому отечественная программа с каждым годом приобретает все больше новых пользователей, благодаря которым Renga Software продолжает разрабатывать, внедрять и продвигать систему автоматизированного проектирования.

Литература:

1. Д. А. Дубинин, А. А. Набок, В. А. Харин, Л. М. Лаврентьева, «Преимущества использования и развития отечественного BIM: Системы для трехмерного проектирования Renga», Инженерный вестник Дона, № 3 (2017)
2. М. В. Нечипоренко, «Трехмерные модели: почему так важно их использовать?», Строительный эксперт, 2019 г.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 18 (465) / 2023

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. Бурьянов, 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». 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 17.05.2023. Дата выхода в свет: 24.05.2023.

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

Почтовый адрес редакции: 420140, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

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.