

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО МЕСТА

О. И. Евдощенко¹, А. О. Литвинова², И. В. Аксютин¹

¹Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

²Астраханский государственный университет, г. Астрахань, Россия

В данной статье рассмотрен анализ отечественных и зарубежных стандартов по обеспечению профессиональной безопасности и здоровья, охраны труда и эргономики на рабочем месте. На основании данных стандартов разработана методика расчета каждого из параметров рабочего места: высота рабочей поверхности, сидения кресла, подставки для ног, верхней части монитора над плоскостью стола. Сделан вывод о необходимости разработки информационной системы для автоматизации процесса расчета параметров рабочего места. Определен функционал мобильного приложения в соответствии с задачами разрабатываемого программного продукта. Выбраны мобильная платформа для разработки приложения (Android), сервис хранения и синхронизации данных (Firebase Cloud Firestore) и язык программирования (Kotlin) с использованием фреймворка Dagger 2 для внедрения зависимостей с целью генерации большого количества шаблонного кода.

Ключевые слова: эргономика, рабочее место, расчет параметров рабочего места, информационная система, мобильная платформа, хранилище данных, паттерн MVP.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE OF INFORMATION SYSTEM FOR CALCULATION OF WORKPLACE PARAMETERS

O. I. Evdoshenko¹, A. O. Litvinova², I. V. Aksyutina¹

¹Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia

²Astrakhan State University, Astrakhan, Russia

The article considers Russian and international standards for occupational safety and health, occupational safety and ergonomics in the workplace. Based on these standards, a method has been developed to calculate each of the parameters of the workplace: the height of the working surface, seat of the chair, foot support, and the upper part of the monitor above the table plane. It was concluded that it is necessary to develop an information system to automate the process of calculating workplace parameters. The functionality of the mobile application is determined in accordance with the tasks of the developed software product. A mobile application development platform (Android), a data warehouse and synchronization service (Firebase Cloud Firestore) and a programming language (Kotlin) using the Dagger 2 framework were selected to implement dependencies in order to generate a large amount of template code.

Keywords: ergonomics, workplace, calculation of workplace parameters, information system, mobile platform, data warehouse, MVP pattern.

Введение

На работу персонала воздействуют внешние и внутренние факторы. К внешним факторам, воздействующим на персонал извне, относятся организация труда, рабочего места, нормативы, оплата труда, характер взаимодействия с окружением, другими сотрудниками, руководством. Ко внутренним можно отнести отношение человека к выполняемой работе, состояние здоровья, ощущение комфорта, настроение. Зачастую внутренние факторы зависят от внешних факторов. В частности, от реализации условий и организации труда персонала может зависеть состояние здоровья и настроение человека [1, 2]. Широкое внедрение в производство и организацию деятельности фирмы информационных технологий значительно изменяет содержание и условия труда, что является предпосылкой для облегчения труда человека, освобождение его от выполнения множества однообразных трудоемких ручных операций. Однако, в результате автоматизации бизнес-процессов появляются новые факторы, негативно влияющие на организм работников, среди которых на первое место выходит повышенная напряженность труда, обусловленная высокими требованиями к уровню психической деятельности человека. Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации, обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда возлагаются на работодателя [3].

При анализе текущего состояния рабочих помещений и принятии решения о соответствии рабочего места пользователя требованиям эргономики во внимание принимаются значения множества параметров: площадь помещения, рабочее место в нем; соответствие высоты кресла, монитора параметрам конкретного пользователя данного рабочего места (вычисляемое из роста человека, длины плеча, спины, уровня глаз). Кроме перечисленного, для соответствия рабочей позы требованиям эргономики, а именно прямого угла в колене, учитывается необходимость в подставке для ног нужной высоты.

Производить расчет этих параметров и оценку их соответствия эталонным значениям для каждого рабочего места, а также осуществлять обновление информации для каждого помещения в организации при добавлении рабочих мест достаточно трудоемко. Актуальной задачей является автоматизация процессов решения данной проблемы.

Целью статьи является разработка методики расчета параметров рабочего места для повышения производительности труда персонала за счет улучшения эргономичности помещения, которая будет положена в основу математического обеспечения информационной системы.

Анализ стандартов по теме исследования

В ходе исследования изучены международные стандарты по обеспечению профессио-

нальной безопасности и здоровья, охраны труда и эргономики на рабочем месте.

Международный стандарт BS OHSAS 18001:2007 «Система менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Требования» устанавливает требования к системе менеджмента безопасности труда и охраны здоровья (далее – БТиОЗ), чтобы сделать организацию способной управлять рисками и улучшать показатели деятельности в области БТиОЗ. Стандарт не устанавливает конкретных критериев для оценки деятельности в области БТиОЗ и не содержит подробных требований для разработки системы менеджмента. Описываются такие этапы создания системы как создание правильной политики охраны труда, планирование, оценка рисков, внедрение, функционирование и аудит системы безопасности труда, расследование инцидентов [4].

Международный стандарт ISO 6385:2016 «Принципы эргономические, применяемые при конструировании рабочих систем» помимо проектирования общей системы защиты труда в организации описывает необходимость правильного проектирования рабочих мест сотрудников, оборудования и интерфейсов, эргономические требования к проектированию рабочего пространства и рабочего места. Установлена базовая структура учета принципов эргономики при проектировании производственных систем и анализе производственных ситуаций. Кроме того, стандарт описывает правильное проектирование рабочих мест и рабочего времени, которое бы способствовало достижению наилучшего распределения нагрузки на сотрудников [5].

В стандарте ISO 11064-2:2000 «Проектирование центров управления эргономическое. Часть 2. Принципы организации залов управления» установлены эргономические принципы, рекомендации и руководства по проектированию расположения и компоновке комплексов управления. Акцент сделан на эргономическом анализе общего проектирования комплекса управления, основанном на таких факторах, как расположение центра управления, содержание и организация выполняемых работ [6].

В стандарте ISO 11064-4:2013 «Проектирование центров управления эргономическое. Часть 4. Расположение и размеры рабочих мест» установлены эргономические принципы, рекомендации и требования, применимые при проектировании рабочих станций центров управления. Особое внимание уделено их расположению и размерам. Преимущественно рассмотрены рабочие станции с видеодисплейным терминалом при работе в позе сидя [7].

Кроме того, многие международные стандарты [4–7] регламентируют требования к организации охраны труда и соответствия эргономическим требованиям, требования к интерфейсам пользователей, дисплеям, диалоговым системам,

принципам проектирования эргономически эффективных систем программного обеспечения.

Наиболее важные из международных стандартов приняты и в Российской Федерации. Кроме того, в сфере регулирования параметров рабочих мест работников автоматизированных рабочих машин в Российской Федерации существуют санитарные нормы и правила, которые, в отличие от большей части стандартов, устанавливают четкие требования к параметрам рабочей среды и обязательны к выполнению для обеспечения безопасности труда.

Методика расчета параметров рабочего места

На основании требований эргономики к рабочему месту пользователя [8] и описания общих принципов организации рабочего места [9] сформирована методика расчета параметров рабочего места.

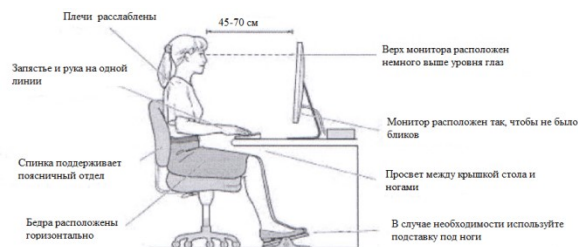


Рис. 1. Базовые требования эргономики к положению пользователя за рабочим местом

Методика позволяет рассчитать параметры рабочего места, представленные в таблице 1, а также на рисунке 2.

Таблица 1

Параметры рабочего места

Обозначение	Описание	Единицы измерения
H_t	Высота рабочей поверхности	см
H_{ch}	Высота сиденья кресла	см
H_s	Высота подставки для ног	см
H_m	Высота монитора над плоскостью рабочего стола	см



Рисунок 2 – Измеряемые параметры рабочего места

Необходимые для расчета параметры пользователя представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры пользователя

Обозначение	Описание	Единицы измерения
H	Рост пользователя	см
L _{sh}	Расстояние локоть-плечо	см
L _b	Высота надплечья в положении сидя	см
L _{shin}	Длина голени	см
L _{shin}	Длина голени	см
H _{eyes}	Высота уровня глаз в положении сидя	см
H _{sit}	Высота пользователя сидя	см

Далее представлено подробное описание методики расчета каждого из параметров рабочего места.

1. Высота рабочей поверхности.

Согласно стандарту [10], если невозможно осуществить регулировку высоты рабочей поверхности, допускается использование нерегулируемого по высоте рабочего места в соответствии с рекомендациями стандарта (рис. 3).

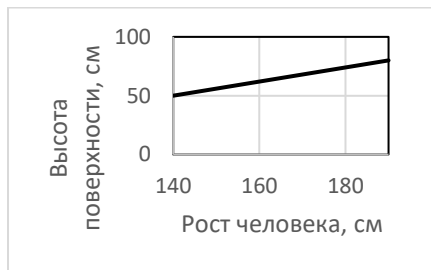


Рис. 3. Зависимость размеров рабочего места от роста человека

В соответствии с данным графиком, при росте пользователя, равному 150 см, высота рабочей поверхности должна составлять около 56 см, а для пользователя высотой 180 см – 73 см. В большинстве своем рабочие столы производятся высотой 75 см из расчета, что для более высоких пользователей погрешность составит меньшую величину, а для более низких предполагается возможность подставки для ног [11]. При этом СанПиНом устанавливается рекомендуемая высота рабочей поверхности при невозможности ее регулировки или выбора 72,5 см [12].

Если есть возможность приобрести компьютерный стол с заданной высотой рабочей поверхности (H_t), для ее расчета можно использовать следующую формулу (1), выведенную из графика, приведенного в стандарте:

$$H_t = (H \times 3/5) - 34, \quad (1)$$

где H – рост (высота пользователя) – длина по вертикальной линии от пола до наивысшей точки головы (темя) (см). Метод измерения: обследуемый стоит строго прямо, ноги вместе (рис. 4).

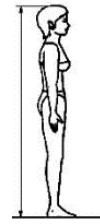


Рис. 4. Рост пользователя

2. Высота сиденья кресла.

Этот размер важен при обеспечении комфортного расположения нижних конечностей для устранения давления на нижнюю сторону бедра, вызванного слишком высоким сиденьем или излишним наклоном спинки. Он также важен для обеспечения позиции рук при сидении и, учитывая, что он определяет высоту уровня глаз, этот размер является критическим фактором в определении линии зрения.

Высота сиденья кресла (H_{ch}) определяется формулой (2):

$$H_{ch} = H_t + L_{sh} - L_b, \quad (2)$$

где H_t – высота рабочей поверхности (см) – берется стандартная высота компьютерных столов (75 см) либо рассчитанная по формуле выше.

L_{sh} – расстояние локоть-плечо (вертикальная линия от гребня лопатки до нижней части локтя, согнутого под прямым углом – см). Метод измерения: обследуемый сидит строго прямо с опорой на бедра, голени и плечи свободно опущены, предплечья в горизонтальном положении (рис. 5).



Рис. 5. Расстояние локоть-плечо

L_b – высота надплечья в положении сидя (см). Метод измерения: обследуемый сидит строго прямо с опорой на бедра, голени свободно опущены. Плечи расслаблены (рис. 6)



Рис. 6. Высота надплечья в положении сидя

3. Высота подставки для ног.

Подставка для ног необходима в тех случаях, когда в соответствии с параметрами пользователя и его рабочего места невозможно обеспечить упор ног в пол и одновременно угол 90 в колене. Формула для вычисления высоты подставки для ног (H_s) (3):

$$H_s = H_{ch} - L_{shin}, \quad (3)$$

где H_{ch} – высота сиденья кресла над полом (см).

L_{shin} – длина голени (вертикальная линия от опорной поверхности, на которой находятся ступни, до нижней поверхности бедра непосредственно позади коленей, согнутых под прямым углом) (см). Метод измерения: во время измерения обследуемый держит бедро и голень под прямым углом. Обследуемый может

сидеть или стоять на подставке. При проведении измерения рукой, свободной от измерительного инструмента, мягко надавливают против сухожилия расслабленной мышцы бедра, находя точку для измерения (рис. 7).



Рис. 7. Длина голени

4. Высота верхней части монитора над плоскостью стола.

Согласно требованиям эргономики, верхняя часть монитора компьютера, за которым работает пользователь, должна располагаться на линии его глаз, что соответствует наименьшей нагрузке на шейный отдел позвоночника. Вычислить значение этого параметра можно по следующей формуле (4):

$$H_m = H_{ch} + H_{eyes} - H_t, \quad (4)$$

Где H_{ch} – высота сиденья кресла над полом (см).

H_{eyes} – высота уровня глаз в положении сидя (вертикальная линия от поверхности сиденья до наружного угла глаз). Метод измерения: обследуемый сидит строго прямо, с опорой на бедра, голени свободны (рис. 8).



Рис. 8. Высота уровня глаз в положении сидя

Если пользователь ИС не может точно измерить высоту уровня глаз, в помощь можно использовать формулу (5), которая даст усредненную величину этого параметра:

$$H_{eyes} = H_{sit} \times 0.86, \quad (5)$$

Где H_{sit} – высота пользователя сидя (вертикальная линия от поверхности сиденья до талии) (см). Метод измерения: обследуемый сидит строго прямо, с опорой на бедра, голени свободно опущены (рис. 9).



Рис. 9. Высота пользователя сидя

Коэффициент 0.86 – средний коэффициент соотношения уровня глаз к высоте человека, полученный в результате расчета среднего значения соотношения высоты расположения

глаз человека к его росту на наборе тестовых параметров.

Термины антропометрических показателей и методы их измерения взяты из стандарта [13].

Архитектура информационной системы расчета параметров рабочего места

Выбор средств и методов реализации информационной системы зависит от:

- необходимого функционала информационной системы;
- возможностей взаимодействия с информационной системой пользователей.

В соответствии с задачами разрабатываемого программного продукта, необходимо реализовать следующий функционал:

- ввод исходных данных для каждого помещения;
- ввод данных о сотруднике, для которого будет рассчитываться эргономичное рабочее место;
- анализ данных;
- вывод рассчитанного рабочего места;
- вывод результатов анализа о возможности

расположения рабочего места в выбранном помещении и при отсутствии такой возможности предоставление выбора из помещений, в которых его расположение отвечает требованиям эргономики.

Разрабатываемая информационная система является многопользовательской с централизованным хранением информации. Это подразумевает наличие централизованного хранилища данных, с которым могут синхронизировать информацию клиентские устройства. Соответственно, система будет клиент-серверной по типу толстого клиента [14], в которой на клиентских устройствах будет производиться ввод и вывод информации, а также ее обработка, хранение информации будет осуществляться на сервере.

В качестве платформы разработки клиентской части информационной системы выбрана разработка мобильного приложения для смартфона. Преимуществом мобильного приложения перед настольным является тот факт, что в современном обществе смартфон является неотъемлемой частью жизни многих людей. По статистике, сегодня в мире 5,11 миллиарда уникальных мобильных пользователей. Этот показатель на 100 миллионов вырос по сравнению с прошлым годом [15]. А также преимуществом мобильного приложения в реализации настоящей задачи является возможность в любом удобном месте произвести необходимые замеры (параметров пользователя, находясь рядом с ним, параметров помещения, находясь непосредственно в данном помещении).

При разработке мобильного программного продукта важным вопросом является выбор мобильной платформы. Наиболее распространен-

ные операционные системы в мире это Android и iOS. ОС Android занимает наибольшую долю рынка за счет своей доступности и использовании в смартфонах различных производителей. Операционная система iOS используется только на устройствах фирмы Apple и за счет этого менее распространена. По итогам 2019 года доля бренда Apple в сегменте от 7 000 рублей составляет всего 10,7 % [16].

Исходя из результатов анализа рынка смартфонов в России и соответствующих им операционных систем, сделан вывод, что разрабатываемая информационная система в рамках настоящего исследования будет реализована для смартфонов с операционной системой Android.

Система является многопользовательской с централизованным хранением данным. Хранилище данных реализовано при помощи сервиса Firebase Cloud Firestore, с которым синхронизируются устройства пользователей. Firebase Cloud Firestore – сервис хранения и синхронизации данных. Хранилище данных представляет собой масштабируемую базу данных NoSQL [17]. Данный сервис синхронизирует данные с клиентскими приложениями в режиме реального времени, а веб-представление предоставляет возможности для администрирования БД – установления правил доступа к БД, удаления, добавления любых таблиц и записей в ней. Также кроме синхронизации коллекций данных с помощью возможностей библиотеки, сервис позволяет осуществлять сложные запросы, включая фильтрацию и сортировку без необходимости написания сложных SQL-запросов [18]. Сервис легко подключить к проекту и использовать. Он кеширует данные и позволяет получить доступ к ранее запрошенным данным даже в автономном режиме, что позволяет не создавать собственную базу дан-

ных иными средствами и вручную обновлять ее.

Язык программирования, на котором реализуется мобильный клиент – Kotlin. Архитектура разработки мобильного приложения (взаимодействия бизнес логики, слоя данных и слоя отображения, с которым взаимодействует пользователь) реализована по паттерну MVP (Model – View – Presenter).

Для обеспечения меньшей связности и отделения классов от их зависимостей в проекте применен принцип Dependency Injection – внедрение зависимостей. Данный принцип обеспечивает улучшение модульности кода, что в дальнейшем облегчает расширение функционала, доработки и тестирование [19]. В частности, этот принцип позволяет также изменять функционал без изменения основного кода приложения – достаточно заменить в модуле внедрения зависимости реализацию используемого API [20]. В разрабатываемой системе будет использован фреймворк Dagger 2 для реализации DI.

Заключение

В ходе научного исследования изучены существующие стандарты, научные работы и проектные решения по теме эргономики рабочего помещения и рабочего места пользователя персонального компьютера. Сделан вывод о недостаточной проработанности темы и актуальности автоматизации процессов улучшения эргономичности помещения для повышения производительности труда персонала.

Разработана методика расчета параметров рабочего места по индивидуальным физическим параметрам пользователя. Кратко описана архитектура информационной системы, которая позволит автоматизировать процесс расчета показателей рабочего места.

Список литературы

1. Яковлев А. Г., Кузнецов С. М., Болехан В. Н. Оценка влияния условий труда на состояние здоровья пользователей персональных компьютеров в Вооруженных силах Российской Федерации // Вестник Российской военномедицинской академии. – 2010. – №. 3. – С. 182-185.
2. Шингарёва А. А. Эргономика рабочего места как фактор удовлетворённости трудом персонала // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – №. 7-2. – С. 256-258.
3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) [Электронный ресурс] URL: <http://www.consultant.ru>
4. BS OHSAS 18001:2007 Система менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Требования (OHSAS 18001:2007 "Occupational health and safety management systems – Requirements") – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902249298>.
5. ISO 6385:2016 Принципы эргономические, применяемые при конструировании рабочих систем (ISO 6385:2016 Ergonomics principles in the design of work systems) – URL: <https://www.iso.org/standard/63785.html>.
6. ISO 11064-2:2000 Проектирование центров управления эргономическое. Часть 2. Принципы организации залов управления (ISO 11064-2:2000 Ergonomic design of control centres - Part 2: Principles for the arrangement of control suites) – URL: <https://www.iso.org/standard/19043.html>.
7. ISO 11064-4:2013 Ergonomic design of control centres - Part 4: Layout and dimensions of workstations – URL: <https://www.iso.org/standard/54419.html>.
8. ГОСТ Р ИСО 11064-4-2015 Эргономическое проектирование центров управления. Часть 4. Расположение и размеры рабочих мест - URL: <https://pdf.standartgost.ru/catalog/Data2/1/4293758/4293758672.pdf>.
9. Кочергин А. И., Бабак Т. Н. Эргономическое проектирование рабочего места оператора. – 2019.
10. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003913>
11. Размеры компьютерного стола – URL: <https://dekoriko.ru/stoly/kompyuternye/razmery>



12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы – URL: <http://base.garant.ru/4179328/>
13. ГОСТ Р ИСО 7250-2007 Базовые измерения человеческого тела в технологическом проектировании. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200060_932
14. Сапунков А. А., Рыбкина М. В. ТОЛСТЫЙ КЛИЕНТ. API+ SPA // Ответственный редактор: Сукиасян АА, к. э. н., ст. преп. – 2014. – С. 214.
15. The state of digital in April 2019: all the numbers you need to know – URL: <https://wearesocial.com/blog/2019/04/the-state-of-digital-in-april-2019-all-the-numbers-you-need-to-know>
16. TADVISOR. Смартфоны (рынок России) – URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Смартфоны_\(рынок_России\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Смартфоны_(рынок_России)).
17. Meier A., Kaufmann M. NoSQL databases // SQL & NoSQL Databases. – Springer Vieweg, Wiesbaden, 2019. – С. 201-218.
18. Cloud Firestore introduction – URL: <https://firebase.google.com/docs/firestore>.
19. Prasanna D. R. Dependency injection. – 2009.
20. Laigner R. et al. Towards a Catalog of Java Dependency Injection AntiPatterns // Proceedings of the XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering. – 2019. – С. 104-113.

© О. И. Евдошенко, А. О. Литвинова, И. В. Аксютин

Ссылка для цитирования:

О. И. Евдошенко, А. О. Литвинова, И. В. Аксютин. Разработка математического обеспечения информационной системы расчета параметров рабочего места // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 3 (33). С. 79–84.

УДК 692.66:006.354

МЕТОДИКА И АЛГОРИТМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА

Д. С. Апрышкин, Г. Ш. Хазанович

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Лифты в жилых и общественных зданиях относятся к числу наиболее массовых подъемно-транспортных установок, обеспечивающих комфортные условия проживания людей и деятельности организаций. Эффективная и безопасная эксплуатация лифтов зависит, прежде всего, от своевременного и качественного технического обслуживания установок, которое, в свою очередь, определяется режимами их эксплуатации. Целью настоящей работы является научное обоснование методики имитационного моделирования режимов работы пассажирского лифта и разработка алгоритма для воспроизведения кинематических характеристик работы главного привода с учетом случайного характера основных влияющих факторов. В качестве числовых характеристик режима работы привода лифта приняты коэффициент машинного времени и удельное число включений. Определена совокупность исходных данных и условий, необходимых для воспроизведения режима работы лифта. Разработаны математические модели, описывающие продолжительность движения, случайное число остановок и общую длительность цикла. Построена общая структура алгоритма имитационного моделирования и программа для ЭВМ. Получены предварительные результаты, адекватные данным диспетчерского контроля.

Ключевые слова: пассажирский лифт, режим работы установки, коэффициент машинного времени, удельное число включений, моделирование рабочего процесса, случайные влияющие факторы, алгоритм расчета случайных характеристик движения и остановок.

METHOD AND ALGORITHM OF SIMULATION SIMULATION OF PASSENGER ELEVATOR OPERATION MODES

D. S. Apryshkin, G. Sh. Khazanovich

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

Elevators in residential and public buildings are among the most widespread lifting-transportation facilities that provide comfortable housing conditions for people and operational environment for organizations. Efficient and safe operation of elevators depends, first of all, on timely and high-quality maintenance of facilities, which, in turn, is determined by their operation modes. The purpose of this work is to scientifically substantiate the simulation modeling method of the passenger elevator operating modes and to develop an algorithm for reproducing the main drive operation kinematic parameters considering the random nature of the main influencing factors. The machine time index and specific number of switching's are taken as the numerical parameters of the elevator drive operating mode. The total initial data and conditions necessary to reproduce the elevator operating mode are determined. Mathematical models that describe the movement duration, the random number of stops and the total cycle duration are developed. The simulation modeling algorithm general structure and the computer program are developed. The preliminary results relevant to the supervisory monitoring data are obtained.

Keywords: passenger elevator, facility operation mode, machine time index, specific number of switching's, operating procedure simulation, random influencing factors, algorithm for calculation of random parameters of movement and stops.

Введение

На сегодняшний день в Российской Федерации эксплуатируется более 450 тыс. лифтов в жилом фонде и различных учреждениях. Более 25 % из них отработали свой нормативный срок, но продолжают эксплуатироваться. По итогам 12 месяцев 2019 года региональными операто-

рами капитального ремонта выполнено работ по замене 17662 лифтов в 70 субъектах Российской Федерации.

Наряду с этим, ежегодно происходит прирост многоэтажного строительства по всей стране, что также существенно увеличивает фонд лифтового оборудования, Согласно проекту «Стра-