

Решению проблемы способствует перемешивание тренировочных данных перед обучением. При реализации модели на основе MobileNet v1 использованы библиотеки TensorFlow и Keras, облегчающие описание, обучение и эксплуатацию нейронных сетей. Эти библиотеки появились относительно недавно, в них присутствуют пробелы в обычно требуемом функционале, поэтому были разработаны собственные компоненты для реализации необходимых возможностей.

Для обучения нейронной сети будет использоваться набор изображений диатомовых водорослей с сайта <http://aqualitas-retos.es/en/> [6]. Набор данных находится в закрытом доступе, поэтому для его получения был отправлен соответствующий запрос для его получения.

Набор данных включает себя изображения следующих видов водорослей: *Achnanthes subhudsonis* (123 файла); *Eolimna minima* (164 файла); *Eolimna rhombelliptica* (132 файла); *Gomphonema rhombicum* (64 файла); *Nitzschia capitellata* (123 файла); *Nitzschia frustulum* var. *frustulum* (226 файлов); *Nitzschia inconspicua* (255 файлов); *Nitzschia palea* var. *palea* (82 файла); *Skeletonema potamos* (155 файлов); *Staurisira venter* (87 файлов).

В качестве обучающей выборки будет использоваться 90 % изображений каждого вида (1 280 изображений), для тестирования обученной нейронной сети будем использовать 10 % оставшихся изображений (114 изображений).

**Заключение.** Собрана и проанализирована информация и другие материалы для создания и обучения нейронной сети. В ходе работы получены следующие результаты: 1) изучены теоретические основы свёрточных нейронных сетей и перспективы их применения для распознавания сцены на изображении; 2) выполнен обзор существующих свёрточных сетей и изучена возможность их использования для решения задачи распознавания диатомовых водорослей; 3) обзор существующих библиотек и Фреймворков, реализующих алгоритмы глубинного обучения; 4) поиск архитектуры нейронной сети, решающей поставленную задачу.

Таким образом, нейронная свёрточная сеть с использованием архитектуры MobileNet v1 облегчает задачу исследования состояния растений по внешним признакам, позволит выполнять широкомасштабные эксперименты и экономить при этом человеческие ресурсы и время.

#### Список цитируемых источников

1. The EU Water Framework Directive [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index\\_en.html/](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html/). — Дата доступа: 15.10.2019.
2. Шапович, Е. Г. Автоматизированная классификация диатомовых водорослей / Е. Г. Шапович // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения : материалы II Всерос. науч. конф. с междунар. участием : в 2 ч., 22—24 апр. 2019 г. — Тольятти : Издатель Качалин Александр Васильевич, 2019. — Ч. 2. — С. 308—312.
3. TensorFlow [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.tensorflow.org/>. — Дата доступа: 15.10.2019.
4. Mobile Real-time Video Segmentation. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://research.googleblog.com/2018/03/mobile-real-time-video-segmentation.html/>. — Дата доступа: 15.10.2019.
5. Batch Normalization : Accelerating Deep Network Training by Reducing Internal Covariate Shift [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1502.03167/>. — Дата доступа: 15.10.2019.
6. Description Aqualitas-retos [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://aqualitas-retos.es/en/>. — Дата доступа: 15.10.2019.

УДК 519.876.2

А. В. Шах

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

**Введение.** Бизнес-процесс — логически завершённая цепочка взаимосвязанных и повторяющихся видов деятельности, в результате которых ресурсы предприятия используются для переработки объекта (физически или виртуально) в целях достижения определенных измеримых результатов или создания продукции для удовлетворения внутренних или внешних потребителей. В качестве клиента бизнес-процесса может выступать другой бизнес-процесс. В цепочку обычно входят операции, которые выполняются по определенным бизнес-правилам. Под бизнес-правилами понимают способы реализации бизнес-функций в рамках бизнес-процесса, а также характеристики и условия выполнения бизнес-процесса.

Обеспечить прозрачность хода бизнес-процессов важно потому, что только в этом случае владелец бизнес-процесса (сотрудник компании, управляющий ходом бизнес-процесса и несущий ответственность за его результаты и эффективность), бизнес-аналитик, руководство и другие заинтересованные стороны будут иметь ясное представление о том, как организована работа. Понимание хода существующих бизнес-процессов дает возможность судить об их эффективности и качестве и необходимо для разработки поддерживающей бизнес-ИТ-инфраструктуры. Успешная разработка прикладных систем, обеспечивающих поддержку выполнения бизнес-процессов от начала до конца, возможна лишь тогда, когда сами процессы детально ясны.

**Основная часть.** Моделирование бизнес-процессов является одним из методов улучшения качества и эффективности работы организации. В основе этого метода лежит описание процесса через различные элементы (действия, данные, события, материалы и пр.), присущие процессу. Как правило, моделирование бизнес-

процессов описывает логическую взаимосвязь всех элементов процесса от его начала до завершения в рамках организации. В более сложных ситуациях моделирование может включать в себя внешние по отношению к организации процессы или системы.

Моделирование бизнес-процессов может иметь различную направленность. Это зависит от того, какие проблемы предполагается решить с его помощью. Учет абсолютно всех воздействий на процесс может значительно усложнить модель и привести к избыточности описания процесса. Чтобы этого избежать, моделирование бизнес-процессов разделяют по видам. Вид моделирования выбирается в зависимости от исследуемых характеристик процесса.

Наиболее часто для целей совершенствования процесса применяют следующие виды моделирования:

1) функциональное — подразумевает описание процессов в виде взаимосвязанных, четко структурированных функций. При этом строгая временная последовательность функций в том виде, как она существует в реальных процессах, не обязательна;

2) объектное — подразумевает описание процессов как набора взаимодействующих объектов, т. е. производственных единиц. Объектом является какой-либо предмет, преобразуемый в ходе выполнения процессов;

3) имитационное — подразумевает моделирование поведения процессов в различных внешних и внутренних условиях с анализом динамических характеристик процессов и распределения ресурсов.

Имитационная модель — это компьютерная программа, которая описывает структуру и воспроизводит поведение реальной системы во времени, позволяет получать подробную статистику о различных аспектах поведения системы в зависимости от входных данных. Она способна визуализировать процессы работы системы, схематично изобразить её структуру и преподнести в графическом виде результаты [1].

Использование пакетов имитационного моделирования в сравнении с применением универсального языка программирования дает несколько преимуществ:

1) пакеты имитационного моделирования автоматически предоставляют большинство функциональных возможностей, требующихся для создания имитационной модели, что позволяет существенно сократить время, необходимое для программирования, и общую стоимость проекта;

2) пакеты имитационного моделирования обеспечивают естественную среду для создания имитационных моделей. Их основные моделирующие конструкции больше подходят для имитационного моделирования, чем конструкции в универсальных языках программирования;

3) имитационные модели, которые созданы с помощью пакетов моделирования, как правило, проще модифицировать и использовать;

4) пакеты имитационного моделирования обеспечивают более совершенные механизмы обнаружения ошибок, поскольку они выполняют автоматический поиск ошибок многих типов [2].

Однако компьютерное моделирование обладает и рядом недостатков. Имитационное моделирование является итеративной, экспериментальной техникой решения проблем, требует значительных затрат кадров, компьютерного времени и чаще всего находит решение, только близкое к оптимальному. Часто специалисту трудно оценить адекватность модели и найти источник ошибок [3].

Сегодня существует достаточно большое количество различных пакетов для моделирования бизнес-процессов. Эти методы относятся к разным видам моделирования и позволяют сфокусировать внимание на различных аспектах. Они содержат как графические, так и текстовые средства, за счет которых можно наглядно представить основные компоненты процесса и дать точные определения параметров и связей элементов.

Одной из популярных систем моделирования бизнес-процессов на современном рынке является информационная система ELMA.

Технология организации бизнес-процессов в ELMA выполняется согласно циклу — от создания модели рабочего процесса к ее улучшению. Система контролирует, чтобы бизнес-логика, заложенная при построении моделей, соблюдалась в реальной деятельности предприятия, и позволяет быстро корректировать процессы, основываясь на данные об их эффективности и новые потребности компании.

Чтобы оптимизировать бизнес-процесс в системе, достаточно внести нужные изменения в его модель в графическом редакторе без программирования, дополнительных затрат и прерывания работы по процессам [4]. При управлении маркетинговыми бизнес-процессами специалист по маркетингу имеет возможность:

– оптимизировать бизнес-процессы и функциональные обязанности в отделах маркетинга и продаж, внедрив результаты проделанной работы в информационную систему;

– провести полную реорганизацию работы по привлечению и работе с клиентами — как принципиально новый подход, при котором информационная система является частью общей концепции процессного управления предприятием.

Работа в приложении ELMA BPM стартует с проектирования бизнес-процессов. Это важный этап, от которого зависит, как в итоге будут функционировать процессы и на сколько они будут отражать действительность организации. Процессное моделирование проводится в программе «Дизайнер ELMA», которая входит в пакет системы ELMA. Она имеет ряд функциональных особенностей, которые делают ее удобной в использовании: интерфейс программы простой и понятный для пользователя, не требующий длительного изучения; проектирование реализации операций бизнес-процесса может производиться без привлечения программиста, а лишь силами аналитика; описание операций в программе осуществляется на языке диаграмм (brn), который знаком аналитикам, кроме того, будет понятен руководящему составу компании; система позволяет оперативно вносить изменения, подстраиваясь по реалии рынка и преобразования внутри компании. На рисунке 1 представлен интерфейс системы ELMA.

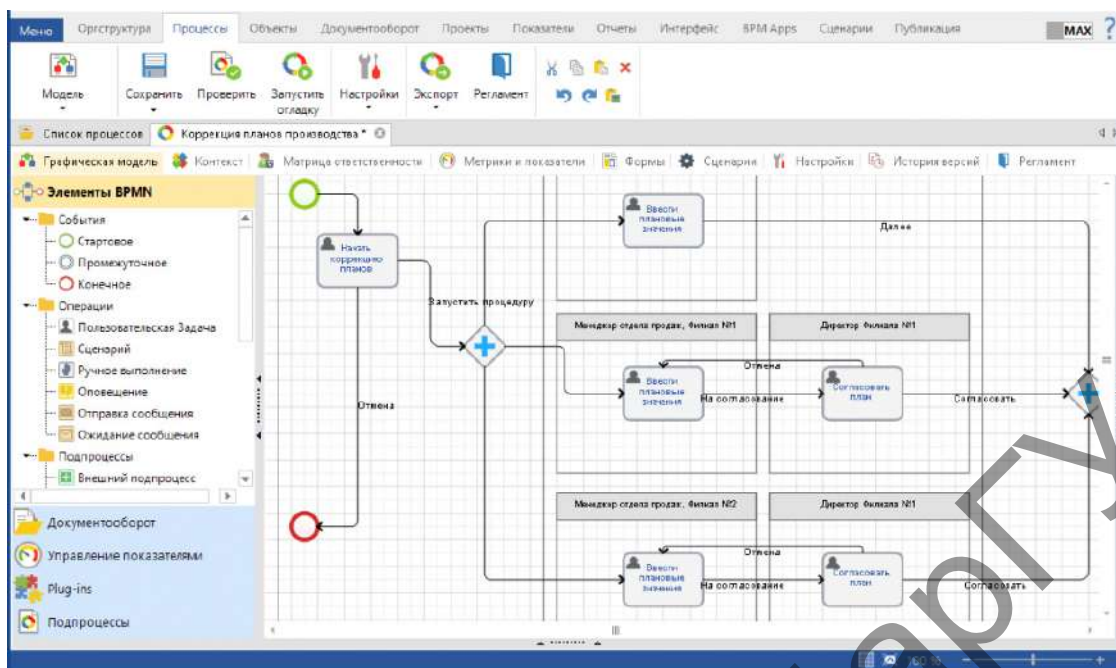


Рисунок 1 — Компьютерное моделирование бизнес-процесса в ELMA [5]

Моделирование в системе ELMA не является необратимым действием, во время практической работы могут появляться предложения по доработке и усовершенствованию. Система позволяет моделировать и оперативно вносить изменения, которые зачастую благоприятно влияют на работу организации и способны повысить показатели как отдельного сотрудника, так и компании в целом.

Реализация системы предусматривает хранение всей информации о пользовательских задачах в карточках задач, отдельных страницах в веб-интерфейсе ELMA BPM. Там представлены все данные для принятия решений по тем или иным операциям [6].

**Заключение.** К сожалению, несмотря на неоспоримые достоинства компьютерного моделирования, в настоящее время в Беларуси и России этот метод исследования сложных систем используется мало. Это связано с тем, что разработка таких моделей требует больших временных и стоимостных затрат [7]. Но тенденции последнего времени вселяют надежду на то, что ситуация изменится и имитационное моделирование будут также широко и активно использовать, как в США, Канаде и Европе.

#### Список цитируемых источников

1. Шах, А. В. Имитационное моделирование покупательского спроса / А. В. Шах // Молодые исследователи — регионам: материалы Междунар. науч. конф. (Вологда, 18—19 апр. 2017 г.): в 4 т. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Вологод. гос. ун-т; [отв. ред. А. А. Синицын]. — Вологда: ВоГУ, 2017. — Т. 2. — С. 306—308.
2. Замятина, О. М. Моделирование систем: учеб. пособие / О. М. Замятина. — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 204 с.
3. Кузнецов, Ю. А. Применение пакетов имитационного моделирования для анализа математических моделей экономических систем: учеб. пособие / Ю. А. Кузнецов, В. И. Перова. — Н. Новгород, 2010. — 99 с.
4. ELMA BPM [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.elma-bpm.ru/product/bpm/>. — Дата доступа: 12.10.2019.
5. Моделирование бизнес-процессов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.elma-bpm.ru/product/bpm/business-process-modeling.html/>. — Дата доступа: 12.10.2019.
6. Лапицкая, О. В. Информационные технологии в управлении маркетинговыми бизнес-процессами / О. В. Лапицкая, А. В. Шах // Стратегия и тактика развития производственно-хозяйственных систем: сб. науч. тр. / М-во образования Респ. Беларусь, Гом. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Гом. обл. орг. о-ва «Знание»; под ред. В. В. Кириенко. — Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. — С. 186—189.
7. Королько, И. В. Компьютерное моделирование бизнес-процессов / И. В. Королько // Проблемы современной экономики: глобальный, национальный и региональный контекст: сб. науч. ст.: в 2 ч. / ГрГУ им. Я. Купалы; редкол.: В. С. Фатеев (гл. ред.), Д. В. Примшиц (зам. гл. ред.) [и др.]. — Гродно: ГрГУ, 2013. — Ч. 1. — С. 379—385.