

и ресурсов, но, реалии таковы, что совсем не обязательно создавать «шедевр», чтобы заработать много, ведь главное – «раскрутить» приложение и заинтересовать основную массу пользователей мобильного рынка, которые не являются слишком требовательной аудиторией.

Что касается минусов разработки мобильных приложений:

– плохо прогнозируемый доход. Несмотря на высокие доходы, которые приносят пользователи мобильных приложений, нет точного понятия, какова будет прибыль и будет ли она вообще. Если, например, в строительстве или торговле можно чётко посчитать, сколько будет приносить бизнес, то в играх можно только предполагать. Даже лидеры не могут гарантировать успех их игр. Понять, насколько вменяемы цифры, можно только если проведены исследования или имеется опыт/информация по аналогичным играм, и то шанс попадания в цель будет скромным;

– сложность попадания в тренд. Если нет понимания того, каким будет рынок к тому моменту, когда игра будет готова к выпуску, имеются все шансы издать неактуальную игру. Для того чтобы попасть в тренд, нужно жить и дышать индустрией или иметь в команде того, кто является её частью (грамотного продюсера и/или геймдизайнера). По ходу разработки нужно следить за рынком и поддерживать проект в актуальном состоянии, уметь вовремя вносить корректировки;

– высокие показатели «bus-фактора». Фактор означает количество участников проекта, после потери которых проект не сможет быть завершён оставшимися участниками. При любом раскладе при смене ведущего специалиста в игровом проекте процесс сопровождается переделками. Если повезет, то в создании игр переделывать придется самую малость. В стандартной ситуации переработка может коснуться трети всего проекта, а при худшем раскладе – все направление надо переделать сначала [4].

Таким образом, рынок мобильных игр – это перспективное направление развития и широкий набор возможностей. Никто уже не говорит, что за мобильными устройствами будущее, мы уже в нем живем. Поэтому нецелесообразно упускать возможности, которые на данный момент доступны для роста, развития и инвестиций.

### Литература

1. Россияне потратили в мобильных приложениях более \$1,5 млрд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.rbc.ru/technology\\_and\\_media/12/01/2022/61dd73909a7947ad4ffa946b](https://www.rbc.ru/technology_and_media/12/01/2022/61dd73909a7947ad4ffa946b). – Дата доступа: 12.10.2022.

2. Sensor Tower: потребление приложений для iOS и Android к 2023 году достигнет 156 миллиардов долларов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russianblogs.com/article/4737921000>. – Дата доступа: 12.10.2022.

3. Отчет рынка мобильных приложений 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://asomobile.net/blog/otchet-rynka-mobilnyh-prilozhenij-2021>. – Дата доступа: 12.10.2022.

4. Квитков, А. А. Рынок мобильных игровых приложений – перспективное направление для бизнеса / А. А. Квитков, Е. А. Панзеев // Форум молодых ученых. – 2020. № 1(41). – 314–321 с.

УДК 338.22

**Котыш А. Ю., Крокун О. С.**, студенты  
научный руководитель – **Зазерская В. В.**, к. э. н., доцент  
УО «Брестский государственный технический университет»,  
г. Брест, Республика Беларусь

### СПОСОБ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Тенденция цифровизации привела к тому, что большинство осуществляемых человеком процессов теперь существуют также и в виртуальной форме. Причем это не простые цифровые копии, а сложные системы, где между реальным и цифровым пространствами установлена

связь, позволяющая им взаимодействовать друг с другом. Такое взаимодействие получило название цифровой двойник (ЦД).

**Цифровой двойник** – это программный аналог физического устройства, моделирующий внутренние процессы, технические характеристики и поведение реального объекта в условиях воздействия помех и окружающей среды [1].

Рассмотрим, каким образом ЦД связывает реальное и виртуальное пространства и систематизируем его деятельность по этапам [2–4].

### **Этап создания**

Система начинает формироваться в виртуальном пространстве в качестве прототипа или модели (рисунок 1-а).

Цифровая модель является представлением концептуальной идеи, детального проектирования объекта в цифровой среде, может также использоваться для создания производственной и конструкторской документации. Это идеальный способ для оценки вариантов проектирования, выполнения расчётов затрат и возможностей эксплуатации без необходимости делать это с физическим объектом.

Далее от модели переходят к цифровому прототипу либо сразу начинают с создания прототипа. Цифровой прототип представляет собой модель с направленным к ней потоком данных из общей системы. Главной задачей прототипа является обнаружение уязвимостей и конфликтных ситуаций. После решения этих вопросов осуществляется переход к физической модели (рисунок 1, б).

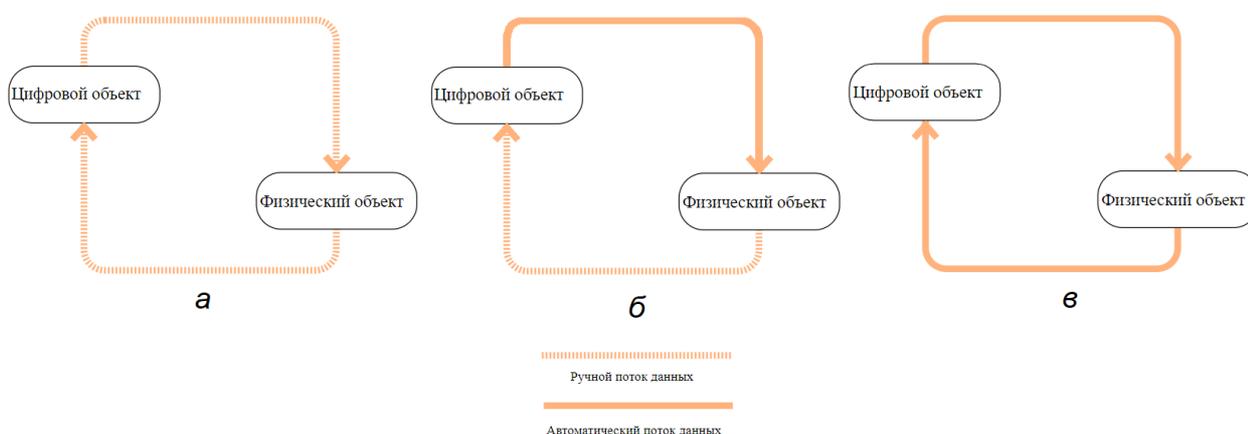
Прототип позволяет моделировать поведение системы в цифровой форме. Появляется возможность тестировать системы и определять, как объекты будут вести себя в самых разных условиях.

Помещая прототип во всевозможные виртуальные пространства, систему можно подвергнуть деструктивным испытаниям с минимальными затратами. Испытание в разрушительных условиях физического прототипа может быть произведено лишь единожды, а для создания новых таких прототипов придется осуществлять большие затраты.

После завершения и проверки виртуальной системы информация используется в реальном пространстве для создания физического двойника. Если моделирование и симуляция выполнены правильно, то есть реальный мир точно воссоздан в виртуальном пространстве, то количество непрогнозируемого и нежелательного должно будет значительно сократиться.

### **Этап производства**

Осуществляется создание физической системы на основании специфических конфигураций, разработанных при моделировании в виртуальном пространстве и подтвержденных на этапе прототипа. Когда физическая система построена, данные от физической модели отправляются в виртуальное пространство. Виртуальное представление физической системы создается в цифровом пространстве (рисунок 1-в).



**Рисунок 1 – Схема потоков данных в системе цифрового двойника**

Таким образом, этап производства системы с цифровым двойником обратен этапу создания. От физического воплощения потоками данных мы возвращаемся к цифровой модели.

На **этапе поддержки(обслуживания)** мы выясняем, были ли точны наши прогнозы о поведении системы. Реальная и виртуальная системы сохраняют свою связь. Реальную физическую систему можно изменять посредством изменения составных компонентов, а можно менять и дорабатывать ее поведение. Именно на этом этапе становится ясно, действительно ли выполняются предсказанные желательные результаты и устранены ли предсказанные нежелательные действия.

На этом этапе связь между реальной и виртуальной системами идет в обоих направлениях. Когда физическая система претерпевает изменения, мы фиксируем эти изменения в виртуальной системе, чтобы знать точную текущую конфигурацию. С другой стороны, можно использовать информацию из виртуальной системы для прогнозирования производительности и сбоев. Виртуальная копия продолжает жить параллельно со своим прототипом и развиваться вместе с ним. Прежде чем вносить изменения в реальную систему, их тестируют на двойнике, экономя таким образом время и деньги.

Заключительным этапом является **утилизация** или выведение системы из эксплуатации. Следующее поколение системы часто имеет аналогичные проблемы, которых можно было бы избежать, используя знания о предшествующей. Поэтому, хоть физическую систему, возможно, придется вывести из эксплуатации, информацию о ней следует сохранить, несмотря на затраты. Также важно правильно утилизировать, обращаясь к проектной информации о проекте правильно утилизировать ее составляющие компоненты, чтобы минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, процесс функционирования цифрового двойника можно разделить на 4 этапа: на первом этапе осуществляется сбор информации о реальном мире для создания аналогичного виртуального пространства, в котором можно проводить тестирование процессов, поиск слабых мест и уязвимостей с самыми минимальными затратами; на втором этапе, проанализировав все полученные данные, создается наиболее совершенная физическая версия; на этапе эксплуатации есть возможность оценить насколько точны были разработки и в случае необходимости их устранить; и завершающий этап – утилизация.

Из описания деятельности ЦД можно заметить, каким образом он воздействует на бизнес-процессы: возможность мониторинга процессов и их оптимизации, повышение управленческой и эксплуатационной эффективности и, конечно, использование технологии цифрового двойника является инструментом дальнейшей цифровизации и осуществления инновационной деятельности.

### Литература

1. Цифровой двойник // МЦД: Моделирование и цифровые двойники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cadfem-cis.ru/service/digital-twin/>. – Дата доступа: 20.10.2022.
2. Цифровой двойник (Digital Twin of Organization, DTO) // TAdviser [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php/Статья>. – Дата доступа: 22.10.2022.
3. Цифровые двойники: понятие, типы и преимущества для бизнеса / Д. С. Кокорев, А. А. Юрин // Colloquium-journal. – 2019. – № 10. – С. 31–35.
4. Концепция цифровых двойников как современная тенденция цифровой экономики / П. С. Шпак, Е. Г. Сычева, Е. Е. Меринская // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. – 2020. – Т. 18, № 1. – С. 57–68.