

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО КУРСУ «ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ»

С. А. Широков

*Институт радиоэлектроники и информационных технологий — РИФ
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
Екатеринбург, Россия,
s.a.shirokov@urfu.ru*

Аннотация. В данной статье описывается вариант использования инновационного метода обучения с применением технологии виртуализации и облачных вычислений на примере преподавания дисциплины защита информации в вузе. Анализируется текущее состояние и определяются актуальные проблемы существующей инфраструктуры и предлагается способ их решения. Рассматривается архитектура новой системы для оптимизации управления и автоматизации учебного процесса. Выделяются преимущества от внедрения такой системы.

Ключевые слова: учебный процесс, автоматизация, виртуализация, инфраструктура, ArchiMate, облачный провайдер, Terraform.

Введение

В настоящее время наблюдается глобальная тенденция к информатизации всех сфер общественной деятельности. В среде образования это выражается увеличением роли программного обеспечения для повышения качества обучения. Новые технологии в обучении позволяют максимально индивидуализировать обучение, значительно увеличить время самостоятельной работы учащегося, отойти от простой репродукции знаний и перейти к их глубокому усвоению и осмыслению [1].

Применение актуальных технологий в образовании дает возможность достичь высоких результатов, повысить производительность учебного процесса, делает выполнение работ более интересными и творческими [2].

В особенной степени это затрагивает преподавание компьютерных дисциплин, которые находятся на рубеже инновационных технологий. Поэтому здесь внедрение новых методов должно осуществляться в первую очередь.

Современное высшее образование в России характеризуется статичностью программ обучения. Вузы не успевают быстро реагировать на появление прогрессивных технологий, которые оказывают прямое воздействие на рынок труда, ведь за последние десятилетия появилось множество новых специальностей и профессий. При развитии современного высшего образования необходимо, с одной стороны, стремиться к сохранению эффективных традиций классической модели образования, а с другой — активно развивать новые

методы и технологии работы со студентами, повышая конкурентоспособность системы российского образования [3].

Наиболее популярными технологиями, которые в последние годы получили широкое распространение, являются технология виртуализации и сфера облачных вычислений. Это обусловлено ростом вычислительной мощности аппаратных платформ и увеличением числа процессорных ядер как в серверных, так и в персональных компьютерах.

Под виртуализацией понимается технология представления абстрагированного от аппаратной части набора вычислительных ресурсов, а также обеспечения логической изоляции друг от друга вычислительных процессов, выполняемых на одном физическом устройстве [4].

Создание изолированных виртуальных пространств нашло практическое применение в следующих областях: в веб-хостинге, в разработке программного обеспечения, для тестирования приложений, в компьютерной безопасности, в игровой индустрии, при хранении данных, в управлении сетевыми подключениями, при организации распределенных вычислениях и др.

При использовании технологии виртуализации можно выделить следующие общезначимые преимущества по сравнению с традиционными методами:

1. Более эффективное и оптимизированное использование вычислительных ресурсов.
2. Сокращение расходов на поддержание и обслуживание аппаратной инфраструктуры.

3. Возможность коллективного использования лицензионного ПО и снижение затрат на его приобретение.

4. Повышение управляемости в виду быстрого разворачивание и удобства администрирования серверов.

5. Возможность работы с кроссплатформенными приложениями, предназначенными для разных операционных систем.

6. Отказоустойчивость при сбоях, легкость резервирования данных и миграция виртуальных сред.

Особенности применения технологий виртуализации для организации учебного процесса рассматривались в работах следующих ученых: М. С. Панахова, В. Г. Шевченко, М. В. Шевчук [2], И. В. Стельмах [5], А. В. Печенкина, В. В. Селифанов [6], Р. Е. Нусипбеков [7], А. А. Цыганкова, К. П. Климченко [8], А. А. Тарасенко, Ю. Д. Овчинников, В. Г. Минченко [9] и др.

Изучение этих публикаций показало, что разработка новых методов применения информационных технологий (ИТ) и выбор средств виртуализации для нужд образовательного процесса являются актуальными во многих вузах. На передний план выходят задачи обоснования, разработки и внедрения инновационных подходов и методов обучения, которые смогли бы обеспечить эффективную возможность непрерывного обновления знаний в области информационных технологий [10]. Это определяет необходимость использования технологий виртуализации в учебном процессе и открывает большие возможности для повышения качества и наглядности лабораторно-практических занятий при значительной экономии аппаратных ресурсов и времени на обслуживание компьютерных классов [5].

Благодаря этому у обучающихся формируются практические навыки работы с новейшими решениями в сфере информационных технологий и появляются новые возможности для профессионального развития.

Постановка задачи

Специфика проведения практических и лабораторных работ по данной дисциплине требует от студентов выполнения множества операций по установке и конфигурированию программных комплексов под разные задачи обеспечения безопасности и наличие стендов для проведения экспериментов. При подготовке рабочих мест

к занятиям они нуждаются в регулярном обслуживании, и этот процесс требует от персонала кафедры больших трудозатрат, здесь требуется его автоматизация. Также в автоматизации нуждается процесс сбора и анализа результатов выполненных заданий.

В существующем учебном процессе на примере дисциплины «Защита информации» можно выявить следующие проблемные места:

1. Ввиду ограниченности количества технических устройств и увеличения числа учащихся нет возможности выполнять задания индивидуально. По этой причине задания выполняются группами по 2–3 человека.

2. В период пандемии выявилась необходимость выполнения заданий в дистанционном формате, что не во всех случаях оказалось возможным в существующей инфраструктуре университета. Это также актуально в случае студентов с ограниченными возможностями и организации удаленного учебного процесса.

3. Нет возможности проконтролировать все пункты выполненного задания в ручном режиме из-за ограниченности времени проведения занятия.

4. После выполнения лабораторных работ требуются дополнительные операции обслуживания, исправление ошибок, восстановление и приведение лабораторных стендов в исходное состояние.

На рис. 1 показана мотивационная модель, где отражены основные лица, заинтересованные во внедрении и использовании предлагаемой методики виртуализации в образовательном процессе, их главные мотивационные причины, актуальные проблемы, цели и предъявляемые требования.

В настоящее время для обеспечения учебного процесса уже частично применяется и хорошо зарекомендовала себя технология персональной виртуализации на базе продуктов от компаний VMware и Oracle для создания локальных виртуальных машин на платформах VMware Workstation и VirtualBox. При этом существуют следующие недостатки:

1) снижается производительность развернутых виртуальных машин (ВМ);

2) отсутствуют инструменты централизованного управления парком ВМ.

Актуальность использования вышеуказанной технологии в образовательном процессе также обуславливается следующими проблемами развития информационной инфраструктуры:

— увеличением числа учащихся;

- ограниченными возможностями обеспечения подразделений вуза компьютерами и лицензионным программным обеспечением (ПО);
- ограниченными возможностями оперативного администрирования компьютерных классов;
- большим объемом номенклатуры прикладного ПО;
- ресурсоемкостью и несовместимостью прикладного ПО.

Наиболее прогрессивными моделями развертывания виртуализации сред на сегодняшний день являются «Инфраструктура как сервис (IaaS)», «Платформа как услуга (PaaS)» и «Программное обеспечение как услуга (SaaS)».

К сожалению, в настоящее время ни одна из моделей широко не используется в организации учебного процесса университета. Но это может стать хорошим основанием для усовершенствования материально-технической базы и дать сильный импульс для качественного изменения образовательного процесса.

Все вышесказанное подчеркивает актуальность задачи повышения оперативности подготовки и проведения занятий с использованием средств автоматизации и технологий виртуализации.

Достигаются две цели: 1) виртуализация инфраструктуры; 2) разработка и внедрение авто-

матизированной системы управления образовательным процессом.

Среди основных требований к внедряемой системе можно выделить следующее:

1. Соответствие стандарту IaaS инфраструктура как сервис.
2. Эмулирование работы локальной сети.
3. Наличие локального дата-центра. Возможно задействовать мощности существующего в учебном заведении или создание нового.
4. Возможность гибкой корректировки инфраструктуры и параметров проверки при разработке новых стендов для индивидуальных заданий лабораторных работ.
5. Автоматическая проверка выполнения заданий по разным критериям оценки.
6. Составление сводных отчетов по успеваемости учащихся.
7. Автоматическая фиксация результатов выполнения заданий и сбор метрик.
8. Возможность удаленного подключения к любому стенду студента для оказания помощи и исправления ошибок.
9. Автоматизированное создание, разворачивание и удаление стендов в количестве необходимом для каждого студента курса по количеству рабочих групп.

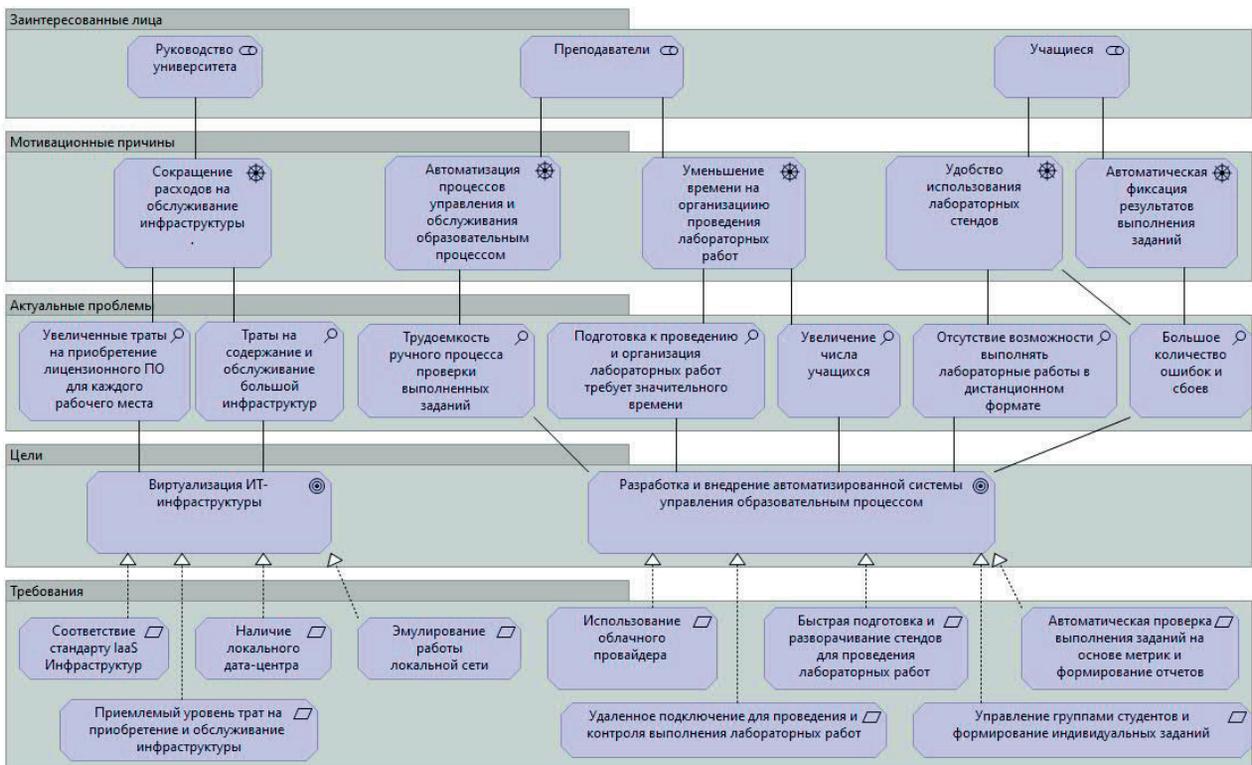


Рис. 1. Мотивационная модель автоматизированной системы управления учебного процесса

Средства разработки

Для реализации данного метода предлагается использование некоторых компонентов из передового на сегодняшний день направления DevOps (Development and Operations). Это методология автоматизации технологических процессов ИТ-команд.

Для сбора и анализ различных параметров поведения пользователей в системе используются Zabbix и Nagios. Они способны осуществлять мониторинг большинства компонентов любой современной ИТ-инфраструктуры, включая сетевое оборудование, ОС, различные приложения, базы данных, платформы виртуализации и т. д. Обе системы поддерживают агентский и безагентский сбор данных с целевых источников, имеют инструменты оповещения, визуализации и реагирования, а также сторонние плагины и возможность модернизации логики работы с помощью внешних скриптов [3]. С помощью этих инструментов будем анализировать такие метрики, как создание, удаление, добавление записей в базах данных, обмена по сетевым протоколам SSH, FTP, SMTP, HTTP, POP, IMAP, TCP, структуру файловой системы, запущенные процессы и службы и т. д.

Для визуализации, мониторинга и анализа данных применяется Grafana, платформа с открытым исходным кодом. Она позволяет создавать дашборды с панелями, каждая из которых отображает определенные показатели в течение установленного периода времени. Их можно настроить для отображения успеваемости и аналитики поведения в системе для каждого учащегося отдельно, в виде круговых диаграмм, гистограмм времени и других графических элементов.

Для анализа системных журналов и различной неструктурированной статистической информации будем использовать ELK — Elasticsearch, Logstash и Kibana.

Для управления инфраструктурой облачного провайдера используется Terraform, где практически любой тип инфраструктуры можно представить в качестве отдельного ресурса.

Для развертывания необходимого программного обеспечения на виртуальных машинах в соответствии с индивидуальными заданиями практика используется система удаленного управления конфигурациями Ansible, которая использует протокол SSH для связи с каждым удаленным узлом. На каждый тип лабораторных работ требуется наличие отдельного «playbook» — специального сценария.

Сравнивая технологии виртуализации OpenStack, VMware vCloud и Microsoft Azure, выбор сделан в пользу OpenStack, поскольку это платформа с открытым исходным кодом и бесплатна для использования. Кроме этого, Terraform умеет эффективно им управлять.

Контейнерная виртуализация Docker на уровне операционной системы для наших задач не совсем подходит, поскольку контейнеры не виртуализируют всю операционную систему, а используют только ядро хоста и изолируют программу на уровне процесса.

Для создания модели автоматизированной системы управления учебным процессом используется язык Archimate, поскольку главным образом он ориентирован на корпоративные разработки. С его помощью опишем информационную систему и техническую инфраструктуру.

Сама автоматизированная система реализуется в виде веб-приложения на основе технологий HTML, CSS, JavaScript и PHP.

Модель архитектуры системы

В рамках предложенного метода разработана архитектура системы для управления виртуальной ИТ-инфраструктурой, разворачиваемой в локальном дата-центре университета в объеме, требуемом для проведения практических работ по учебной дисциплине «Защита информации».

На базе набора физических ресурсов создается кластер одноразовых виртуальных машин. Для каждого задания индивидуально создается своя конфигурация лабораторного стенда. Каждый стенд представляет собой набор полноценных машин с собственными ресурсами (процессоры, жесткие диски, оперативная память), объединенные в сеть, на которых выполняются любые необходимые программы и приложения, включая собственные операционные системы.

Для построения виртуальной инфраструктуры требуется создать собственного облачного провайдера, предоставляющего IaaS-инфраструктуру, и разработать систему автоматизации учебного процесса.

В этой среде присутствуют ресурсы для создания виртуальной сети, роутеры маршрутизаторы и др., которые предоставляют пользователям возможность управлять виртуальной сетью, в том числе выполнять назначение диапазонов IP-адресов и настройку таблиц маршрутизации.

В качестве облачного провайдера предлагается использовать собственный локальный, но также допустимы сторонние ресурсы как отечественные, например Yandex Cloud, VK Cloud, SberCloud, Базис Digital Energy от Ростелекома, так и зарубежные — Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform (GCP) и Microsoft Azure.

На рис. 2 показан один из возможных вариантов модели уровня приложений в нотации Archimate.

На нам представлены программные компоненты, которые включены в состав автоматизированной системы управления учебного процесса, их функционал, взаимодействие приложений на уровне сервисов и используемые интерфейсы.

Далее представлен физический уровень модели автоматизированной системы управления учебного процесса, изображенный на рис. 3. Где описывается среда аппаратного оборудования, в которой будут исполняться программные компоненты системы, уже рассмотренные ранее. Она состоит из кластера, построенного на базе высокопроизводительного стоечного сервера Dell/HP/Lenovo,

функционирующего под управлением 64-разрядной операционной системы Linux и необходимого системного программного обеспечения. Указаны сервисы и инфраструктурный функционал их реализующий, а также интерфейсы взаимодействия. Кластер обеспечивает работу двух сервисов: 1) сервис облачного провайдера IaaS; 2) сервис управления учебным процессом, доступные через интерфейсы RDP, VNC, RESE API и HTTPS соответственно.

Пример инфраструктуры для дисциплины защита информации

Практические работы по дисциплине «Защита информации» включают в себя серию лабораторных работ, связанных с вопросами компьютерной безопасности, в каждой из которых требуется изучить определенные программные средства защиты, такие как персональный фаервол, фаервол периметра сети, IDS систему обнаружения вторжений и др., произвести их конфигурирование, выполнить ряд экспериментов и проанализировать полученные результаты. Также вопросы касаются

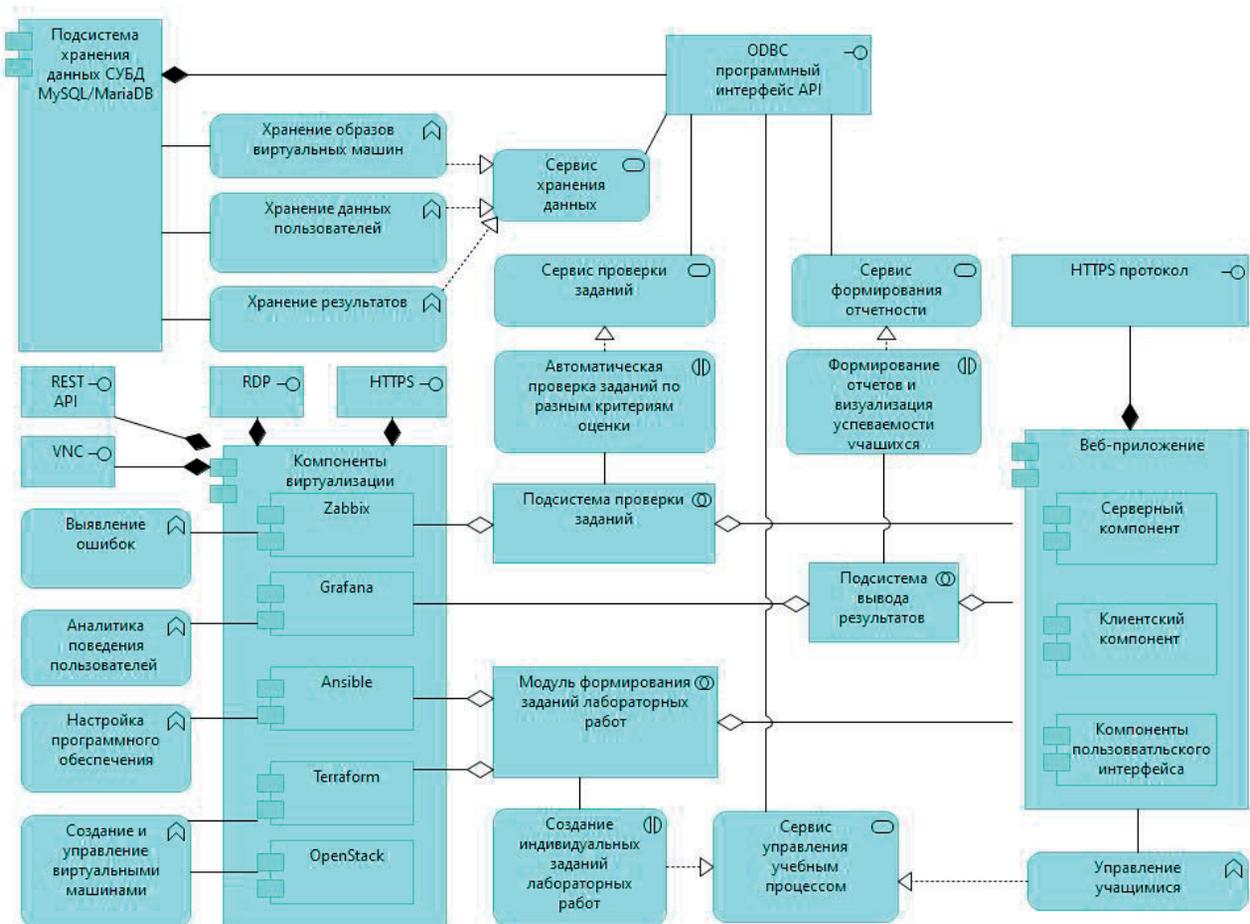


Рис. 2. Уровень приложений модели автоматизированной системы управления учебного процесса

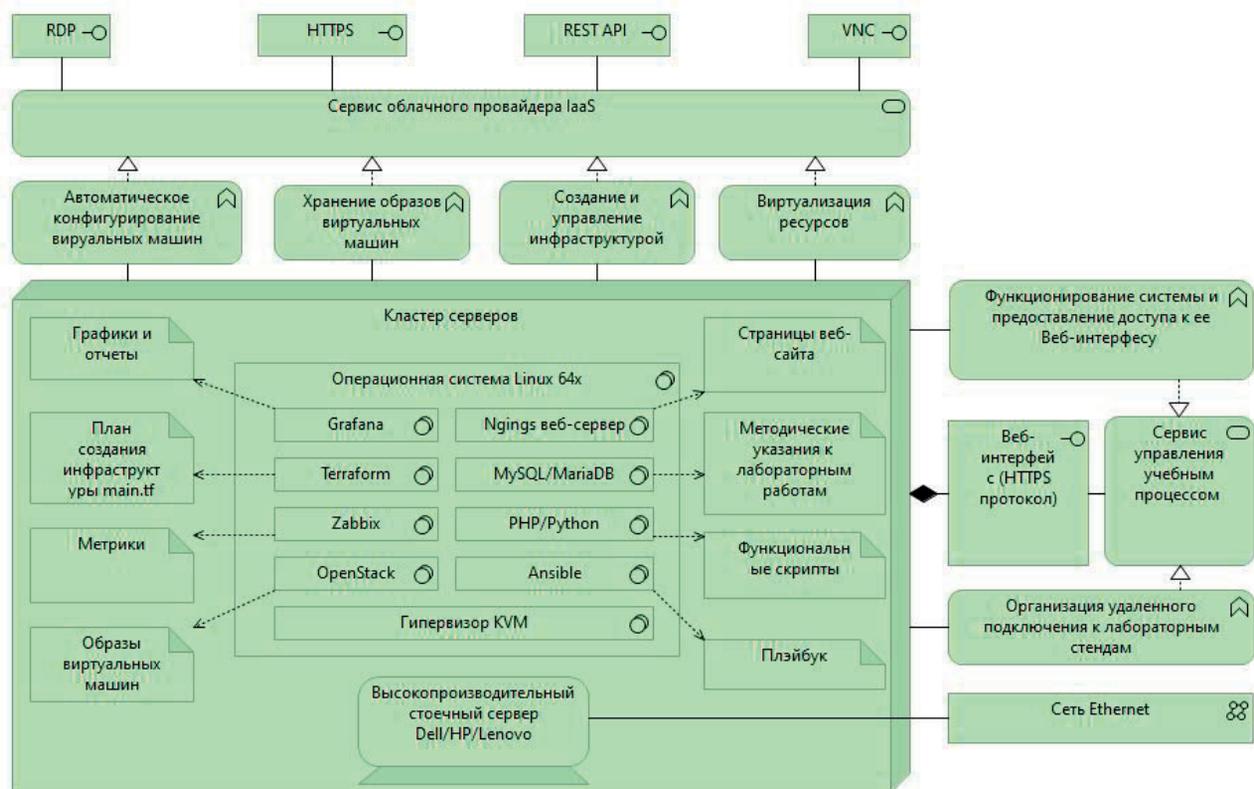


Рис. 3. Физический уровень представления модели автоматизированной системы управления учебного процесса

встроенных в ОС методов аутентификации и криптографии. Для выполнения заданий требуется взаимодействие с полноценными ОС и наличие сетевого окружения, построенного на реальных коммутаторах и концентраторах. В результате экспериментов действия пользователей могут привести компьютерные стенды к непредвиденному поведению, сбоям и выходу из строя. По этой причине требуется регулярное обслуживание и поддержание компьютерных классов в рабочем состоянии. Большое количество времени тратится на поиск, исправление неисправностей или полную переустановку ПО.

В качестве наглядной иллюстрации можно привести лабораторную работу, посвященную угрозе перехвата трафика, связанного с уязвимостью ARP-спуфинга. В рамках этого эксперимента в новой инфраструктуре требуется создание трех виртуальных машин и эмуляция работы локальной сети, которые описываются в отдельном файле конфигурации для Terraform. На рис. 4 показана модель физического уровня в нотации Archimate для разворачивания такого лабораторного стенда.

Между компьютером пользователя 1 и компьютером пользователя 3 осуществляется передача

данных и файлов. Компьютер злоумышленника 3 осуществляет перехват информации. Студентам требуется выявить факт перехвата, вычислить злоумышленника и организовать защиту передачи данных, используя защищенный туннель между компьютерами 1 и 3.

Заключение

В результате разобран новый метод использования технологии виртуализации инфраструктуры учебного заведения, показанный на примере курса защита информации. Предоставляющий широкие возможности для быстрого масштабирования в зависимости от изменения числа учащихся. При этом уровнем потребления финансовых и временных ресурсов на поддержание и развитие инфраструктуры будет оставаться приемлемым и сбалансированным. Основой для использования данного метода является программная разработка и внедрение описанной архитектуры автоматизированной системы управления учебным процессом. Она позволит организовать образовательный процесс более эффективно и перевести его на качественно новый уровень, соответствующий современным реалиям.

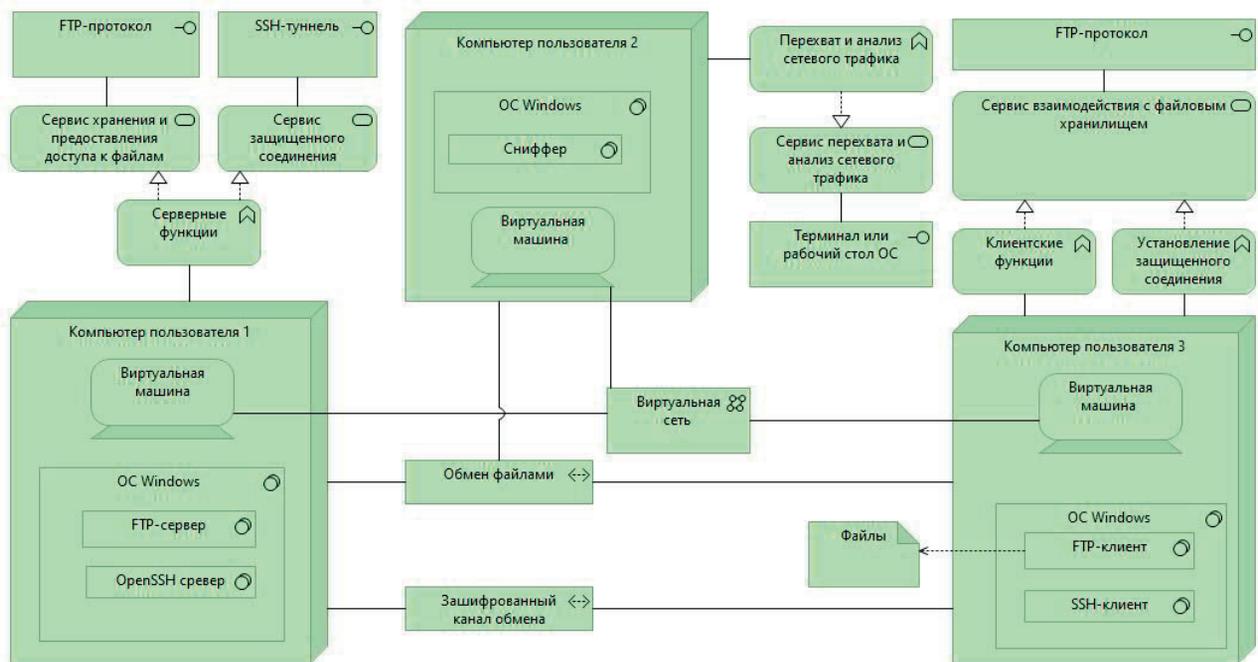


Рис. 4. Физический уровень представления модели инфраструктуры

Библиографический список

1. Пустынникова И. Н., Юдина В. С. Информационные технологии в обучении // Информ. технологии. Проблемы и решения. 2019. № 3(8). С. 16–21.
2. Панахова М. С., Шевченко В. Г., Шевчук М. В. Организация обучения на основе технологии виртуализации // Перспективы развития науки и образования : сб. науч. тр. по материалам IV международ. науч.-практ. конф., Москва, 29 апреля 2016 года / под общ. ред. А. В. Туголукова. М. : ИП Туголуков Александр Валерьевич, 2016. С. 50–52.
3. Селезнев Н. В. Серверная часть дашборда дежурного // ТОГУ-Старт: фундаментальные и прикладные исследования молодых : материалы регион. науч.-практ. конф., Хабаровск, 12–16 апреля 2022 года / отв. ред. Е. Г. Агапова. Хабаровск : Тихоокеан. гос. ун-т, 2022. С. 287–293.
4. Виртуализация: особенности и виды // OTUS Journal. 2023. URL: <https://otus.ru/journal/virtualizaciya-osobennosti-i-vidy/> (дата обращения: 22.11.2023)
5. Стельмах И. В. Использование технологий виртуализации в учебном процессе при подготовке специалистов военного училища // Научная мысль. 2018. Т. 3, № 1 (27).
6. Печенкина А. В., Селифанов В. В. Системы обеспечения безопасности, применяемые при использовании технологии виртуализации // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2019. Т. 6, № 2. С. 150–158. DOI 10.33764/2618-981X-2019-6-2-150-158.
7. Нусипбеков Р. Е. Автоматизация и Оптимизация учебного процесса в университетах на основе инновационных технологий виртуализации и облачных вычислений // Новости науки Казахстана. 2014. № 3 (121). С. 32–39.
8. Цыганкова А. А., Климченко К. П. Применение технологии виртуализации в образовательном процессе университета: сравнительный анализ отечественных платформ виртуализации // Наукосфера. 2023. № 5–1. С. 348–354. DOI 10.5281/zenodo.7927935.
9. Тарасенко А. А., Овчинников Ю. Д., Минченко В. Г. 2.4. Образовательные циклы в современном учебном процессе вузов спортивного профиля // Совр. высш. образование: теория и практика. Ульяновск : ИП Кеньшенская Виктория Валерьевна (издательство «Зебра»), 2020. С. 208–221.
10. Грань Т. Н. Готовность будущего учителя математики к осуществлению инновационной деятельности в общеобразовательных организациях // Пед. образование и наука. 2016. № 6. С. 111–114.