

УДК 330.46:004.75

DOI 10.25559/SITITO.2017.4.344

**Маковий К.А.<sup>1</sup>, Хицкова Ю.В.<sup>2,1</sup>, Проскурин Д.К.<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия<sup>2</sup> Воронежский государственный университет г. Воронеж, Россия

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ПРИ ВЫБОРЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ АЛЬТЕРНАТИВ ВНЕДРЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ВИРТУАЛЬНЫХ РАБОЧИХ СТОЛОВ В ВУЗЕ

### Аннотация

Рассматривается задача выбора стратегии внедрения инфраструктуры виртуальных рабочих столов в ИТ-инфраструктуру ВУЗа. Инфраструктура виртуальных рабочих столов - технология, обеспечивающая централизацию управления клиентскими рабочими местами, увеличение срока службы компьютеров в учебных компьютерных классах. Проводится анализ сильных и слабых сторон, угроз и возможностей внедрения виртуализации в ВУЗе. Разработаны альтернативы внедрения по результатам пилотного проекта. Для получения количественных оценок в SWOT-анализе пилотного проекта используется метод анализа иерархий. Проведён анализ внедрения пилотного проекта экспертами и сгенерировано интегральное значение количественных оценок различных альтернатив. Комбинация метода анализа иерархий и SWOT- анализа позволяет выбрать оптимальную стратегию внедрения виртуализации рабочих столов.

### Ключевые слова

Метод анализа иерархий; SWOT – анализ; комбинация метода анализа иерархий и SWOT-анализа; виртуализация рабочих столов; выбор оптимальной стратегии.

**Makoviy K.A.<sup>1</sup>, Khitskova Yu.V.<sup>2,1</sup>, Proskurin D.K.<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia<sup>2</sup> Voronezh State University, Voronezh, Russia

## ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS FOR THE SELECTION OF STRATEGIC ALTERNATIVES FOR INTRODUCTION OF INFRASTRUCTURE VIRTUAL DESKTOP INFRASTRUCTURE IN THE UNIVERSITY

### Abstract

The task of choosing a strategy for implementing the virtual desktop infrastructure into the IT infrastructure of the university is considered. The infrastructure of virtual desktops is a technology that provides centralization of management of client workplaces, increase the service life of computers in classrooms. The analysis of strengths and weaknesses, threats and opportunities for introducing virtualization in the university. Alternatives to implementation based on the results of the pilot project have been developed. To obtain quantitative estimates in the SWOT - analysis of the pilot project, the analytical hierarchy process is used. The analysis of implementation of the pilot project by experts is carried out and the integral value of quantitative estimates of various alternatives is generated. The combination of the analytical hierarchy process and SWOT - analysis allows you to choose the optimal strategy for implementing desktop virtualization.

### Keywords

Analytical hierarchy process; SWOT – analysis; combination of analytical hierarchy process and SWOT – analysis; virtual desktop infrastructure; choice of optimal strategy.

### Введение

В статье рассмотрена возможность использования метода анализа иерархий в

комплексе со SWOT – анализом при выборе стратегии внедрения виртуальных рабочих станций в учебную деятельность

образовательного учреждения. Такая комбинация позволяет сначала качественно, затем количественно оценить перспективы данного проекта. Возможность сочетания качественного и количественного анализа не ограничивает оценки лишь шаблонными показателями, в то же время позволяет формализовать многие неструктурированные параметры. Оценка вариантов решений с использованием МАИ осуществляется как на основе объективной, так и субъективной исходной информации.

Виртуализация рабочих мест, может иметь большое значение для повышения эффективности использования технологий в системе высшего образования. Особенностью вуза является наличие фиксированных наборов клиентских рабочих станций с идентичными аппаратными характеристиками и единым комплектом приложений. Таким набором является учебный класс. Внедрение виртуализации обеспечивает значительные положительные эффекты.

В статье проведен SWOT- анализ внедрения пилотного проекта виртуализации рабочих мест в деятельность образовательной организации. Далее с помощью МАИ осуществлен выбор стратегии внедрения виртуализации рабочих столов в деятельность организации. В его рамках используются экспертные оценки. Шкала Саати преобразована в более понятную экспертам шкалу. Эксперты оценивают значимость групп SWOT- факторов, затем сами SWOT – факторы, затем влияние каждого фактора на одну из четырех предложенных стратегий. В результате расчета согласно МАИ выбирается наиболее оптимальная стратегия внедрения виртуализации рабочих столов.

### Цель исследования

На основе комбинирования метода анализа иерархий и SWOT- анализа выбрать наиболее оптимальную стратегию внедрения виртуальных рабочих столов в деятельность образовательного учреждения

### Основная часть

Проблемы выбора при принятии решений актуальны во всех сферах деятельности организации. Руководство решает их постоянно на стратегическом и тактическом уровнях. Принимаемое решение, должно быть наилучшим из представленных альтернатив, однако рассмотреть все аспекты и детали, которые могут влиять на выбор в принятии решения практически невозможно. Особенно сложно сделать это при принятии стратегических решений, последствия которых будут влиять на

деятельность организации в долгосрочной перспективе. Затраты финансовых и человеческих ресурсов для обработки и анализа количества информации, необходимого для выбора стратегических альтернатив будут значительными. С другой стороны, не оптимально принятые решения приводят к еще большим потерям возможностей и ресурсов. Большое значение при принятии наиболее оптимальных решений имеют различные математические методы, на основе которых создаются системы поддержки принятия решений. Также важным представляется разработка информационных систем, основанных на математических методах, как составляющих системы поддержки принятия решений, так как процесс принятия решения непосредственно связан с обработкой и структурированием больших объемов информации.

Сложная и актуальная проблема принятия решений дает развитие множеству методов и моделей в данной сфере. Методы и модели принятия управленческих решений, основанные на математической статистике, не позволяют учитывать качественные параметры изучаемой проблемы [1]. Одним из методов, с помощью которого можно формализовать качественные характеристики является метод анализа иерархий. Данный метод широко применяется в различных сферах. В научной литературе подробно рассматривается метод анализа иерархий и его применение в различных областях. Оценка вариантов решений с использованием МАИ осуществляется как на основе объективной, так и субъективной исходной информации.

Метод разработан Т. Саати, Р. Беллманом, Б.Н. Бруком и В.Н. Бурковым [2], но получил широкую известность по работам Т. Саати, который и назвал процедуру методом анализа иерархий. Публикации Саати более полно раскрыли возможности процедуры, и с тех пор МАИ активно развивается и широко используется на практике. Способствуя реализации закона единства анализа и синтеза.

МАИ может быть применен для решения широкого круга задач управления, как на межгосударственном уровне, так и на региональном, отраслевом проблем на отдельных предприятиях, в здравоохранении и образовании и т.д. В данном случае с помощью метода анализа иерархий решается проблема целесообразности внедрения виртуализации рабочих столов в деятельность образовательного учреждения [3].

Виртуализация рабочих мест, может иметь большое значение для повышения

эффективности использования технологий в системе высшего образования. Особенностью вуза является наличие фиксированных наборов клиентских рабочих станций с идентичными аппаратными характеристиками и единым комплектом приложений. Таким набором является учебный класс, для которого характерна необходимость регулярного, раз в семестр, изменения и обновления комплекта приложений, что требует большого объема работ по администрированию рабочих мест [4].

Внедрение виртуализации обеспечивает значительные положительные эффекты. Доставка виртуальных машин на клиентское устройство пользователя решает проблему разнородного клиентского оборудования, позволяет использовать устаревшие компьютеры вуза для организации современных рабочих мест, способствует централизации процесса управления ИТ инфраструктурой. Инновационный потенциал технологии *VDI* позволяет в перспективе организовать удаленный доступ студентов к компьютерам учебных классов с собственных устройств и из публичных сетей, что расширяет возможности удаленной работы студентов и открывает перспективы дистанционного обучения. Но данный проект требует значительных первоначальных затрат [5]. В дальнейшем для обслуживания виртуальных рабочих станций требуются работники с достаточно высокой квалификацией. В связи с этим требуется разработка четкой стратегии внедрения виртуализации в деятельность организации.

Необходимым этапом разработки стратегии является стратегический анализ. Одним из наиболее распространённых методов стратегического анализа является SWOT-анализ. С помощью данного метода можно оценить исходное состояние организации, ее слабые и сильные стороны. Кроме того выявить возможности развития, соответственно

незадействованные ресурсы и угрозы для деятельности организации.

SWOT- анализ достаточно универсальный метод, его можно использовать, как при оценки текущей ситуации, так и при анализе эффективности внедрения новых проектов. В данном случае проведен SWOT- анализ внедрения пилотного проекта виртуализации рабочих мест в деятельность образовательной организации. Данный анализ стал одним из этапов системного подхода в определении целесообразности внедрения виртуализации рабочих станций.

В рамках системного подхода к решению данной проблемы проделаны действия по следующим этапам.

Протестирована методика внедрения виртуализации рабочих станций VMware Virtual Desktop Infrastructure [6].

Рассчитаны первоначальные затраты на реализацию проекта. [5]

Осуществлен выбор объекта виртуализации для реализации пилотного проекта - 20 рабочих мест [4].

Определена серверная конфигурация, оптимальная для реализации данного проекта [7].

Проведен SWOT- анализ последствий внедрения пилотного проекта виртуализации рабочих мест в деятельность организации.

В рамках данного этапа выявлены факторы, которые в той или иной мере влияют на принятие решения в области виртуализации рабочих столов. После внедрения пилотного проекта виртуализации некоторые ее последствия проявились, некоторые стали более очевидны. Данные последствия сгруппированы согласно SWOT – факторам по группам: слабые стороны и сильные стороны проекта, возможности и угрозы внедрения виртуализации рабочих мест (см. таблица 1).

Таблица 1 SWOT – анализ внедрения пилотного проекта виртуализации рабочих мест в деятельность организации

<b>S - сильные стороны</b>	<b>W - слабые стороны</b>
1. Сокращение срока окупаемости инвестиций. - $s_1$	1. Значительные первоначальные затраты. - $w_1$
2. Сокращение затрат на заработную плату персонала, обслуживающего информационную инфраструктуру ВГТУ. - $s_2$	2. Необходимость обучения персонала. - $w$
3. Сокращение времени развертывания рабочего места, сокращение времени простоя оборудования, упрощение процессов развертывания и обслуживания. - $s_3$	3. Достаточно высокая стоимость дополнительного оборудования, в связи с увеличением нагрузки на сеть. - $w_3$
4. Улучшение образовательной среды, в т. ч. возможность использования BYOD (bring your own device). - $s_4$	4. Усложнение диагностики сетевых неполадок, особенно при использовании графических приложений. - $w_4$
5. Повышение информационной безопасности организации из единого центра, в т.ч. обеспечение	5. Необходимость повышения заработной платы работникам ИТ-подразделения, в связи с ростом их

сохранности персональных данных. - $s_5$	общей квалификации. - $w_5$
6. Упрощение управления информационной инфраструктурой Вуза. - $s_6$	6. Появление текущих затрат на лицензии. - $w_6$
7. Экономия капитальных вложений, связанных с обновлением оборудования. - $s_7$	7. Низкая скорость работы графических приложений. - $w_7$
<b>О - возможности</b>	<b>T - угрозы</b>
1. Благоприятное отношение администрации к централизации информационной инфраструктуры. - $o_1$	1. Неблагоприятное отношение администрации к централизации информационной инфраструктуры. - $t_1$
2. Улучшение взаимодействия администрации и работников информационного подразделения. - $o_2$	2. Зависимость от технологии, в том числе от поставщика виртуализации. - $t_2$
3. Реинжиниринг бизнес-процессов в высшем учебном заведении. - $o_3$	3. Отсутствие средств для первоначальной закупки необходимого оборудования. - $t_3$
4. Предоставление скидок поставщиками виртуализации для учебных заведений. - $o_4$	4. Возможности увольнений обученных сотрудников и увеличение текучести кадров в информационном подразделении, в связи с повышением квалификации сотрудников. - $t_4$

Таблица 2 Стратегические альтернативы внедрения пилотного проекта виртуализации рабочих мест в деятельность организации

SO	Внедрять виртуальные рабочие места в рамках всего учебного процесса организации.
WO	Внедрять виртуальные рабочие места только на старых компьютерах, подлежащих списанию. Снова задействовать их в учебном процессе организации.
ST	Внедрять виртуальные рабочие места на компьютерах, где не требуется использования графических приложений, которые занимают значительный объем оперативной памяти и затрудняют использование виртуализации.
WT	Не внедрять виртуальные рабочие места больше, чем внедрено в рамках пилотного проекта, то есть оставить в одной выбранной аудитории в целях обучения студентов.

Предложены стратегические альтернативы, касающиеся дальнейшего внедрения виртуализации рабочих столов в деятельность организации (см. таблицу 2). Выбор конечной стратегии осуществляется с помощью метода анализа иерархий.

Выбор стратегии внедрения виртуализации рабочих столов в деятельность организации. Данный выбор осуществляется с помощью метода анализа иерархий.

В его рамках используются экспертные оценки, которые обрабатываются согласно алгоритму МАИ. В качестве экспертов выбраны руководители и специалисты организации в области информационных технологий, а также пользователи виртуальной системы: преподаватели и студенты. Экспертные оценки получены с помощью анкетирования экспертов по следующим вопросам (краткое изложение).

Оцените значимость группы факторов при

внедрении проекта виртуализации рабочих столов в учебную деятельность организации на основе практического использования существующего пилотного проекта виртуализации одной учебной аудитории.

Оцените значимость группы сильных сторон проекта (S).

Оцените значимость группы слабых сторон проекта (W).

Оцените значимость группы возможностей проекта (O).

Оцените значимость группы угроз проекта (T).

Оценка происходит согласно методу анализа иерархий попарно, каждый фактор сравнивается с каждым. Согласно шкале Саати оценки происходят следующим образом (см. таблица 3).

Опытным путем установлено, что экспертам затруднительно использовать данную шкалу. Поэтому приведем ее к шкале, более понятной для экспертов (см. таблица 4).

Таблица 3 Шкала оценки групп SWOT – факторов согласно методу анализа иерархий, предложенная Саати

Степень важности	Определение	Объяснение на примере сравнения сильных (S) и слабых сторон (W) проекта внедрения виртуализации рабочих столов в учебную деятельность
1	Равная важность	Важность факторов группы S и группы W одинакова
3	Умеренное превосходство одного над другим	Опыт и суждения дают легкое превосходство одной группе над другой
1/3	Умеренная уступка одного фактора по значимости другому	
5	Существенное или сильное	Имеющиеся данные свидетельствуют о заметном

1/5	превосходство Существенная сильная уступка	превосходстве группы сильных (слабых) сторон над группой слабых (сильных) сторон
7 1/7	Очень сильное превосходство Очень сильная уступка	Превосходство группы S (W) над W (S) очевидно
9 1/9	Чрезвычайное превосходство Чрезвычайная уступка	Очевидность превосходства S (W) над W (S) подтверждается всеми имеющимися признаками

Таблица 4 Шкала оценки групп SWOT – факторов согласно методу анализа иерархий, приведенная к виду, удобному для анкетирования экспертов

Шкала, понятная пользователю	Шкала для расчётов	Лингвистическая интерпретация	Сравнение со шкалой МАИ
8	9/1	Чрезвычайно большая важность	9
6	9/3	Очень большая важность	7
4	9/5	Высокая важность	5
2	9/7	Средняя высокая важность	3
0	9/9	Равная важность	1
-2	7/9	Средняя низкая важность	1/3
-4	5/9	Низкая важность	1/5
-6	3/9	Очень низкая важность	1/7
-8	1/9	Чрезвычайно низкая важность	1/9

Далее с помощью МАИ, получили значимость каждой группы факторов. Для дальнейших расчетов введем следующие обозначения.

$V_s$  – удельный вес значимости сильных сторон проекта внедрения виртуализации рабочих столов в учебную деятельность организации.

$V_w$  - удельный вес значимости слабых сторон проекта внедрения виртуализации рабочих столов в учебную деятельность организации.

$V_o$  - удельный вес значимости возможностей проекта внедрения виртуализации рабочих столов в учебную деятельность организации.

$V_t$  - удельный вес значимости угроз проекта внедрения виртуализации рабочих столов в учебную деятельность организации.

В нашем случае расчет экспертных оценок показал следующий результат.

$$V_s = 0,266; V_w = 0,227; V_o = 0,305; V_t = 0,202$$

Далее экспертами оценены сами SWOT – факторы внутри каждой группы, например, каждый элемент матрицы  $A_{ij}$ , показывающий сравнение сильных сторон проекта внедрения виртуализации рабочих мест в деятельность образовательной организации представлен в и получены следующие оценки (см. таблица 5). Согласованность мнения экспертов проверены.

Таблица 5 Сравнение SWOT – факторов, характеризующих сильные стороны проекта

	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$	$s_6$	$s_7$
$s_1$	0	2	4	2	4	-2	-6
$s_2$	-2	0	-2	0	-2	4	-8
$s_3$	-4	2	0	-2	0	-6	-8
$s_4$	-2	0	2	0	2	-4	-8
$s_5$	-4	2	0	-2	0	-6	-8
$s_6$	2	-4	6	4	6	0	4
$s_7$	6	8	8	8	8	-4	0

Далее таким же образом проведено сравнение факторов слабых сторон, возможностей и угроз проекта внедрения виртуализации рабочих мест в деятельность образовательной организации. Затем матрица приведены к виду, предложенному Саати для дальнейшего использования метода анализа иерархий. Для приведения матриц использовались таблицы 3, 4.

Затем проведена нормализация матриц. Далее рассчитано среднее геометрическое вычисляется по формуле[1]:

$$S_i = \sqrt[n]{\prod A_{ij}} \quad (1)$$

Также рассчитывается  $w_i, o_i, t_i$ .

На следующем этапе экспертам предложено оценить значимость каждого фактора для реализации предложенных стратегических альтернатив.

Для первой альтернативы - стратегии SO (использование возможностей с помощью сильных сторон проекта, стратегия максимакс) - Внедрять виртуальные рабочие места в рамках всего учебного процесса организации. Оцените значимость каждого фактора сильных сторон для реализации стратегии SO. Затем значимость каждого фактора слабых сторон для реализации стратегии SO, затем значимость факторов возможностей и факторов угроз для реализации стратегии SO.

Далее следующая альтернатива – стратегия WO (сокращение слабых сторон проекта за счет максимизация возможностей внешней среды, стратегия мини-макс) - Внедрять виртуальные рабочие места только на старых компьютерах, подлежащих списанию. Снова задействовать их в учебном процессе организации.

Оцените значимость факторов сильных сторон для реализации стратегии WO. Затем

значимость факторов слабых сторон для реализации стратегии WO, затем значимость факторов возможностей и факторов угроз для реализации стратегии WO.

Затем альтернатива – стратегия ST (максимизация сильных сторон проекта, минимизация угроз за счет этого, стратегия макси-мини) – Внедрять виртуальные рабочие места на компьютерах, где не требуется использования графических приложений, которые занимают значительный объем оперативной памяти и затрудняют использование виртуализации. Оценка происходит также как и в предыдущих случаях. Аналогично экспертам предложено оценить стратегическую альтернативу WT (минимизация слабых сторон проекта для избежания угроз, стратегия мини-мини).

Введем обозначения полученных в результате экспертных оценок значений.

$k_{1i}$  – значимость SWOT- факторов сильных сторон для стратегической альтернативы SO.

$k_{2i}$  – значимость SWOT- факторов слабых сторон для стратегической альтернативы SO.

$k_{3i}$  – значимость SWOT- факторов возможностей для стратегической альтернативы SO.

$k_{4i}$  – значимость SWOT- факторов угроз для стратегической альтернативы SO.

$p_{1i}$  значимость SWOT- факторов сильных сторон для стратегической альтернативы WO.

$p_{2i}$  – значимость SWOT- факторов слабых сторон для стратегической альтернативы WO.

$p_{3i}$  – значимость SWOT- факторов возможностей для стратегической альтернативы WO.

$p_{4i}$  – значимость SWOT- факторов угроз для стратегической альтернативы WO.

$b_{1i}$  значимость SWOT- факторов сильных сторон для стратегической альтернативы ST.

$b_{2i}$  – значимость SWOT- факторов слабых сторон для стратегической альтернативы ST.

$b_{3i}$  – значимость SWOT- факторов возможностей для стратегической альтернативы ST.

$b_{4i}$  – значимость SWOT- факторов угроз для стратегической альтернативы WT.

$c_{1i}$  значимость SWOT- факторов сильных сторон для стратегической альтернативы WT.

$c_{2i}$  – значимость SWOT- факторов слабых сторон для стратегической альтернативы WT.

$c_{3i}$  – значимость SWOT- факторов возможностей для стратегической альтернативы WT.

$c_{4i}$  – значимость SWOT- факторов угроз для стратегической альтернативы WT.

Оценка происходит также как и на этапе 7.1. согласно таблицам 3 и 4, описанному этапу 7.1. и формуле (1).

## Результаты

На основе вышеизложенного, согласно методу анализа иерархий можно рассчитать показатель, характеризующий каждую из рассматриваемых стратегий, в результате, получим.

$$SO = V_s(\sum_{i=1}^7 S_i * k_{1i}) + V_w(\sum_{i=1}^7 W_i * k_{2i}) + V_o(\sum_{i=1}^4 O_i * k_{3i}) + V_t(\sum_{i=1}^4 T_i * k_{4i}) \quad (2)$$

$$WO = V_s(\sum_{i=1}^7 S_i * p_{1i}) + V_w(\sum_{i=1}^7 W_i * p_{2i}) + V_o(\sum_{i=1}^4 O_i * p_{3i}) + V_t(\sum_{i=1}^4 T_i * p_{4i}) \quad (3)$$

$$ST = V_s(\sum_{i=1}^7 S_i * b_{1i}) + V_w(\sum_{i=1}^7 W_i * b_{2i}) + V_o(\sum_{i=1}^4 O_i * b_{3i}) + V_t(\sum_{i=1}^4 T_i * b_{4i}) \quad (4)$$

$$WT = V_s(\sum_{i=1}^7 S_i * c_{1i}) + V_w(\sum_{i=1}^7 W_i * c_{2i}) + V_o(\sum_{i=1}^4 O_i * c_{3i}) + V_t(\sum_{i=1}^4 T_i * c_{4i}) \quad (5)$$

В ходе проведенного исследования были проанкетировано 50 экспертов, среди которых 3 руководителя среднего звена (в сфере информационных технологий); 1 топ-менеджер (в сфере информационных технологий); 7 специалистов – сотрудников ИТ – подразделения; 18 преподавателей, которые преподают дисциплины, связанные с использованием компьютеров и 21 студент, которые обучались как в обычных аудиториях, так и в аудитории, где использовались виртуальные рабочие места.

Для автоматизированного расчета МАИ и выбора стратегической альтернативы возможно использование Excel или специализированных программных продуктов. Нами использован собственный программный продукт, в результате чего получено:

SO – Внедрять виртуальные рабочие места в рамках всего учебного процесса организации = 0,246.

WO – Внедрять виртуальные рабочие места только на старых компьютерах, подлежащих списанию. Снова задействовать их в учебном процессе организации = 0,146.

ST – Внедрять виртуальные рабочие места на компьютерах, где не требуется использования графических приложений, которые занимают значительный объем оперативной памяти и затрудняют использование виртуализации = 0,398.

WT – Не внедрять виртуальные рабочие места больше, чем внедрено в рамках пилотного проекта, то есть оставить в одной выбранной аудитории в целях обучения студентов = 0,203.

## Заключение

Соответственно, можно выбирать стратегию ST, так как она получила наибольшее одобрение экспертов. Реализация данной стратегии позволит достичь следующих результатов.

1. Снижение затрат на оборудование. Консолидации нескольких виртуальных

серверов на одном физическом сервере, виртуализация позволяет значительно сократить расходы на серверное оборудование. На одном физическом сервере могут одновременно функционировать десятки и даже сотни виртуальных серверов.

2. Снижение затрат на программное обеспечение. Некоторые производители программного обеспечения ввели отдельные схемы лицензирования специально для виртуальных сред, которые позволили экономить на программном обеспечении. Так, например, покупая одну лицензию на Microsoft Windows Server 2008 Enterprise, компании получают право одновременно её использовать на 1 физическом сервере и 4 виртуальных (в пределах одного сервера), а Windows Server 2008 Datacenter лицензируется только на количество процессоров и может использоваться одновременно на неограниченном количестве виртуальных серверов.

3. Снижение затрат на обслуживание. Меньшее количество оборудования легче и дешевле обслуживать.

4. Снижение затрат на электроэнергию.

Согласно мнению экспертов в среднем около 70% времени сервера работают в пустую, потребляя электроэнергию и выделяя значительное количество тепла. Виртуализация позволяет более эффективно использовать процессорное время.

5. Увеличение гибкости инфраструктуры. Виртуализация позволяет программному обеспечению абстрагироваться от физического оборудования. Таким образом, появляется возможность миграции виртуальных машин между различными физическими серверами.

6. Повышение уровня отказоустойчивости. Виртуализация предоставляет средства кластеризации целого сервера, независимо от работающего на нём программного обеспечения.

7. Выбор данной стратегии позволит избежать аудиторий, где используются графические приложения.

Метод анализа иерархий позволяет выбрать дальнейшую стратегию внедрения виртуализации рабочих мест в учебных аудиториях образовательного учреждения и завершить данный проект.

## Литература

1. Лысенко И. В. Анализ возможностей решения задач оптимизации средствами систем компьютерной математики / И. В. Лысенко, В. О. Бутенко // Системы обработки информации. - 2016. - № 5. - С. 133-136
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М.: Радио и связь, 1993. - 27
3. Маковий К.А., Ермаков С.А., Хицкова Ю.В. Использование технологии АНП в процессе внедрения VDI Теория и техника радиосвязи. 2016. № 1. С. 107-111
4. Маковий К.А., Герус С.В., Хицкова Ю.В. Программный модуль поддержки принятия решения о выборе объекта виртуализации // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах: научный журнал. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2016. – Выпуск №2 (8). – С. 80 - 86.
5. Маковий К. А., Хицкова Ю. В. Экономическое обоснование внедрения технологии виртуализации рабочих столов (Virtual Desktop Infrastructure) в ИТ-инфраструктуру высшего учебного заведения // Современная экономика: проблемы и решения. – 2015. – № 2. – С. 75-81.
6. Маковий К. А., Шипилов Н. В. Пилотный проект виртуализации рабочих мест в компьютерном классе Воронежского Гасу// Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Студент и наука. – 2016. – №. 10. – С. 113-117.
7. Проскурин Д.К. Маковий К.А. Задача выбора серверных ресурсов для внедрения инфраструктуры виртуальных рабочих столов // Вестник Воронежского технического университета. - 2017.- Т.13. - №4. - с. 26-32.

## References

1. Lysenko I. V. Analiz vozmozhnostey resheniya zadach optimizatsii sredstvami sistem komp'yuternoy matematiki / I. V. Lysenko, V. O. Butenko // Sistemy obrabotki informatsii. - 2016. - № 5. - S. 133-136
2. Saati T. Prinyatiye resheniy. Metod analiza iyerarkhiy. - M.: Radio i svyaz', 1993. - 27
3. Makoviy K.A., Yermakov S.A., Khitskova YU.V. Ispol'zovaniye tekhnologii AHP v protsesse vnedreniya VDI Teoriya i tekhnika radiosvyazi. 2016. № 1. S. 107-111
4. Makoviy K.A., Gerus S.V., Khitskova YU.V. Programmnyy modul' podderzhki prinyatiya resheniya o vybere ob'yekta virtualizatsii // Nauchnyy vestnik Voronezhskogo GASU. Seriya: Informatsionnyye tekhnologii v stroitel'nykh, sotsial'nykh i ekonomicheskikh sistemakh: nauchnyy zhurnal. – Voronezh: Voronezhskiy GASU, 2016. – Vypusk №2 (8). – S. 80 - 86.
5. Makoviy K. A., Khitskova YU. V. Ekonomicheskoye obosnovaniye vnedreniya tekhnologii virtualizatsii rabochikh stolov (Virtual Desktop Infrastructure) v IT-infrastrukturu vysshego uchebnogo zavedeniya //Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya. – 2015. – № 2. – S. 75-81.
6. Makoviy K. A., Shipilov N. V. Pilotnyy proyekt virtualizatsii rabochikh mest v komp'yuternom klasse Voronezhskogo Gasu//Nauchnyy vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Student i nauka. – 2016. – №. 10. – S. 113-117.
7. Proskurin D.K. Makoviy K.A. Zadacha vybora servernykh resursov dlya vnedreniya infrastruktury virtual'nykh rabochikh stolov // Vestnik Voronezhskogo tekhnicheskogo universiteta. - 2017.- T.13. - №4. - s. 26-32.

Поступила: 19.09.2017

### Об авторах:

**Маковий Катерина Александровна**, старший преподаватель кафедры информационных систем и

автоматизированного проектирования в строительстве, Воронежский государственный технический университет, [makkatya@mail.ru](mailto:makkatya@mail.ru)

**Хицкова Юлия Владимировна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры региональной экономики и территориального управления, Воронежский государственный университет; доцент кафедры информационных систем и автоматизированного проектирования в строительстве, Воронежский государственный технический университет, [prosvetovau@list.ru](mailto:prosvetovau@list.ru)

**Проскурин Дмитрий Константинович**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных систем и автоматизированного проектирования в строительстве, Воронежский государственный технический университет; проректор по проектной и информационно-аналитической работе, Воронежский государственный технический университет, [pdk@vgasu.vrn.ru](mailto:pdk@vgasu.vrn.ru)

#### Note on the authors:

**Makoviy Katerina A.**, senior Lecturer of the cathedra of Information Systems and Computer-aided Design in the Construction, Voronezh State Technical University, [makkatya@mail.ru](mailto:makkatya@mail.ru)

**Khitskova Yuliya V.**, candidate of Economy Sciences, Associate Professor of the cathedra Regional Economy and Territorial Administration, Voronezh State University; Associate Professor of the cathedra of Information Systems and Computer-aided Design in the Construction, Voronezh State Technical University, [prosvetovau@list.ru](mailto:prosvetovau@list.ru)

**Proskurin Dmitry K.**, candidate physico-mathematical sciences, Associate Professor of the cathedra of Information Systems and Computer-aided Design in the Construction, Voronezh State Technical University; deputy rector for project and information-analytical work, Voronezh State Technical University, [pdk@vgasu.vrn.ru](mailto:pdk@vgasu.vrn.ru)