

УДК 338.46:378

А.В. Ермаков

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УНИВЕРСИТЕТА ЗА СЧЕТ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

A.V. Ermakov

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE UNIVERSITY THROUGH THE CREATION OF AN INFORMATION-TELECOMMUNICATION SYSTEM

Рассмотрены аспекты повышения эффективности работы университета за счет использования функциональных возможностей специально создаваемой информационно-телекоммуникационной системы. Предложен методологический подход к оценке ее эффективности, учитывающий качественные изменения в триаде: учебный процесс, научные исследования и административное управление. Для каждого элемента триады эффективность определяется при помощи экспертных оценок. Результирующая оценка эффективности вычисляется как среднее арифметическое или как модуль трехмерного вектора.

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА; ЦИФРОВОЙ УНИВЕРСИТЕТ; ЭФФЕКТИВНОСТЬ; УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС; НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ; АДМИНИСТРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ; ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ; СКАЛЯРНАЯ ВЕЛИЧИНА.

The article discusses the aspects of improving the efficiency of the university using the functionality of a specially designed information and telecommunication system. A methodological approach to the evaluation of its effectiveness is proposed that takes into account the qualitative changes in the triad including the learning process, research, and administration. For each element of the triad efficiency is determined with the help of expert estimations. The resulting estimation of the efficiency is calculated as the arithmetic mean or as a module of a three-dimensional vector.

INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEM; DIGITAL UNIVERSITY; EFFICIENCY; LEARNING PROCESS; SCIENTIFIC RESEARCH; ADMINISTRATION; EXPERT ESTIMATIONS; SCALAR QUANTITY.

Повышение эффективности всех сфер работы университета – постоянная задача, решаемая его руководством. Существует несколько инструментов, позволяющих добиться роста эффективности и конкурентоспособности учебного заведения. Одним из таких инструментов становится современная информационно-телекоммуникационная система (ИТС). Она включает комплекс аппаратно-программных средств и линейно-кабельных сооружений, посредством которых осуществляется обмен информацией и ее обработка. Информация может быть представлена в трех основных видах: речь (звук), данные и видео.

Построение и поддержка ИТС требует существенных финансовых затрат. По этой

причине необходима оценка эффекта, порождаемого ИТС. В этой статье обсуждаются качественные аспекты эффективности ИТС. Изложенные соображения позволяют перейти к оценке эффекта с экономической точки зрения. Содержание статьи основано на исследованиях, проведенных с целью выбора перспективных принципов построения ИТС в Северо-Восточном федеральном университете (СВФУ) имени М.К. Аммосова.

Концепция цифрового университета

По своей сути ИТС неразрывно связана с концепцией «Электронный университет», которая начала формироваться в конце XX в., но до настоящего времени не имеет

четкого определения [1]. В последние годы стал популярен новый термин – «Цифровой университет», что объясняется широким использованием одноименных технологий во многих сферах жизни общества, включая и систему образования [2]. По сути оба термина можно считать синонимами.

Исторически идея «Цифрового университета» сначала рассматривалась как элемент системы дистанционного образования, история которого, по мнению авторов монографии [3], насчитывает более ста лет. Содержание термина «Цифровой университет» постоянно дополнялось за счет появления новых парадигм высшего образования и использования различных технических средств – от простейших устройств до самых сложных систем. В этом разделе кратко сформулировано семь тезисов, которые существенно влияют как на принципы построения ИТС, так и на ее дальнейшее развитие.

1. Раньше студент шел в университет, а в будущем университет пойдет к студенту. Этот тезис не следует воспринимать буквально. Он был предложен и для школы, и для университета. Причем в последнем случае подразумевается возможность постоянного обучения и повышения своей квалификации. Кроме того, данный тезис подчеркивает возможность проведения процесса обучения и в том случае, если студент находится вне территории университета.

2. Университет работает по принципу «365 – 7 – 24». Данный принцип широко применяется для характеристики доступности технических систем. Применительно к концепции «Цифровой университет» числа в кавычках означают, что ресурсы обучения доступны весь год, семь дней в неделю и двадцать четыре часа в сутки. Случаи кратковременных отказов в доступе, обусловленные конечной надежностью технических средств, не учитываются.

3. Обучение может проводиться по индивидуальным программам. Такая возможность эффективна с учетом удобства разных форм восприятия информации студентом. Например, можно:

прослушать полный курс лекций, а потом выполнить лабораторные работы;

прослушать часть лекций, после которых сразу выполнить те лабораторные работы, которым посвящен теоретический курс;

прослушать краткий курс лекций, выполнить все лабораторные работы, а потом подробно ознакомиться с теоретической частью дисциплины.

Подобные возможности требуют введения гибкой системы работы кафедр и лабораторий. Это, в свою очередь, требует применения специального программного обеспечения для составления расписаний.

4. Возможность выбора преподавателя (для ряда дисциплин). Некоторые предметы (в частности, математика, физика, ряд гуманитарных дисциплин) состоят из курса лекций, суть которых меняется медленно. Для получения знаний могут использоваться записанные заранее лекции выдающихся ученых, отличающихся хорошей методологией преподавания. Следует отметить, что чтение таких лекций осуществляется без обратной связи от студента к преподавателю, что, несомненно, снижает эффективность восприятия информации. По всей видимости, *возможность выбора преподавателя* лучше рассматривать как дополнение к общению с лектором, который выбран кафедрой.

5. От конкурирующих парадигм обучения – к взаимодополняющим решениям. В концепции «Цифровой университет» ранее выделялось несколько парадигм обучения. Часто эти парадигмы были несовместимы, т. е. конкурировали между собой. Современный этап развития технических средств, применяемых в обучении, обеспечивает выбор лучшего из каждой парадигмы. Такой подход позволяет рассматривать их как взаимодополняющие.

6. Качественное улучшение «обратной связи». Построение ИТС в составе «Цифрового университета» позволяет качественно улучшить «обратную связь» между студентом и преподавателем. Для этого могут использоваться разные информационные технологии. Кроме того, организация «обратной связи» поддерживается большинством видов терминального оборудования, которое применяется участниками процесса обучения.

7. Анализ и прогнозирование требований к выпускникам. Конкурентоспособность выпускников на рынке труда – один из важнейших показателей уровня работы университета. Для повышения конкурентоспособности выпускников необходимо анализировать требования рынка труда, а также прогнозировать их на пять-десять лет. Решение такой задачи требует разработки специальной системы, функционирование которой будет поддерживаться при помощи ИТС.

Важной особенностью ИТС следует считать возможность моделирования (в широком смысле этого слова) тех процессов и объектов, которые сложно или невозможно изучать непосредственно. С этой точки зрения ИТС можно рассматривать как инструмент, который позволяет реализовать обучение, отвечающее принципам, сформулированным в древней китайской притче: «Скажи мне – и я забуду; покажи мне – и я запомню; дай сделать – и я пойму».

Цели и задачи построения ИТС

Для определения назначения ИТС, поставленных перед ней целей и основных задач, необходимо провести анализ тех аспектов развития СВФУ, которые прямо или косвенно определяют основные информационные процессы, характерные для перспективных систем образования и научных исследований. С точки зрения учебного процесса для СВФУ как университета федерального уровня актуальны следующие цели:

- предоставление образовательных услуг на уровне мировых стандартов;
- поддержание актуальности учебных программ за счет их постоянного обновления;
- обеспечение удаленного доступа пользователей к образовательным услугам.

Эти цели выделены с точки зрения ИТС. Они позволяют сформулировать основные цели собственно ИТС, актуальные в настоящее время и на длительную перспективу. Данные цели можно представить в виде трех положений:

- создание и периодическое обновление распределенной базы знаний (БЗ), в кото-

рой хранится информация для поддержки учебного процесса и научных исследований;

- построение и постоянное развитие мультисервисной сети, позволяющей осуществлять обмен информацией разного рода, необходимой для поддержки учебного процесса и научных исследований;

- организация системы управления (СУ) для поддержки всех ключевых параметров ИТС в заранее установленных границах.

БЗ (knowledge base) – это особого рода база данных, предназначенная для оперирования метаданными. База знаний содержит структурированную информацию, покрывающую некоторую область знаний, для использования с конкретной целью. Современные базы знаний работают совместно с системами поиска информации, имеют четкую систему классификации и специфицированный формат представления данных.

Перечисленные цели построения ИТС позволяют перейти к задачам, которые следует решить для ее построения и последующей эволюции. Эти задачи целесообразно сформулировать в виде семи основных направлений:

1) разработка архитектуры ИТС, способной адаптироваться к меняющимся требованиям и эволюционировать в соответствии с новыми достижениями научно-технического прогресса;

2) определение потребности в ресурсах ИТС в настоящее время и разработка прогнозов на перспективу;

3) составление перечня услуг, поддерживаемых ИТС на основных этапах ее развития;

4) разработка принципов построения информационного компонента ИТС;

5) разработка принципов построения телекоммуникационного компонента ИТС;

6) формирование предложений по выбору комплекса технических средств, предназначенных для практической реализации ИТС;

7) оценка стоимостных показателей ИТС, ее эффективности, сроков окупаемости и рисков развития.

Каждая из перечисленных задач вклю-

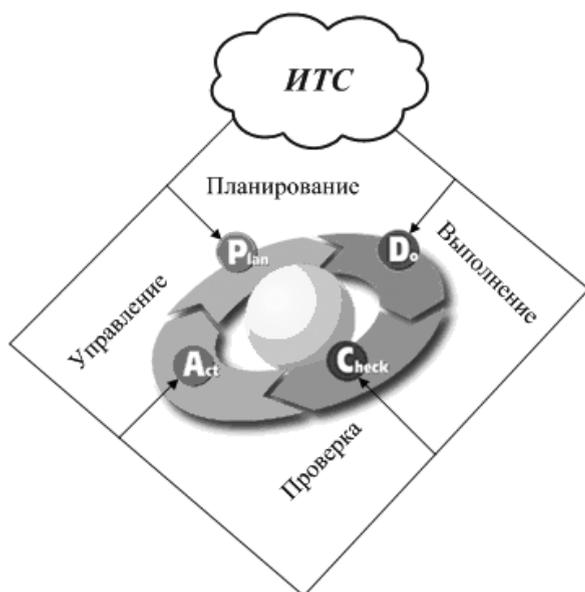


Рис. 1. Роль ИТС в цикле Деминга–Шухарта

чает в себя совокупность подзадач, требующих детальной постановки и корректного решения. Постановка подобных подзадач – предмет отдельной статьи.

Назначение ИТС можно рассматривать с разных точек зрения. Для формализован-

ного анализа основных процессов уместно использовать модель управления, известную как цикл Деминга–Шухарта [4]. Она известна по аббревиатуре PDCA (Plan – Do – Check – Act). Заметим, что Деминг предпочитал использовать сокращение PDSA (Plan – Do – Study – Act). На русский язык последовательность упомянутых операций переводится так: Планирование – Выполнение – Проверка – Управление. Роль ИТС с точки зрения модели PDCA показана на рис. 1. Он подчеркивает тот факт, что ресурсы ИТС будут задействованы во всем цикле PDCA.

Цикл Деминга–Шухарта начинается с элемента «Планирование» Этот термин подразумевает тщательную разработку всех основных процессов, необходимых для достижения поставленных целей, составление перечня необходимых работ, а также выделение и распределение необходимых ресурсов.

Элемент «Выполнение» связан с реализацией всех мероприятий, которые были запланированы. Обычно при реализации большой и сложной системы вводятся некоторые изменения. Для того чтобы оце-



Рис. 2. Роль ИТС в пирамидальной модели

нить эти изменения в модель введен элемент «Проверка». Ее задачи заключаются в сборе доступной информации на основе *ключевых показателей эффективности*. Они известны по аббревиатуре КРІ (key performance indicators). В результате выявляются отклонения, анализируются причины их возникновения и возможные последствия (потенциальные угрозы).

Далее в рассматриваемом цикле размещен элемент «Управление». В ряде публикаций он называется *воздействием* или *корректировкой*. Суть этой части цикла Деминга–Шухарта заключается в принятии мер по устранению причин нежелательных отклонений от запланированного результата, что связано с возвращением к элементу «Планирование». Операция возврата и формирует цикл PDCA.

Цикл Деминга–Шухарта удобен для анализа динамики исследуемых процессов. С этой точки зрения он весьма эффективен для анализа тех причин модернизации ИТС, которые обусловлены эволюцией СВФУ. Пирамидальная модель, приведенная на рис. 2, позволяет детально рассмотреть статику исследуемого объекта. Эта модель удачно иллюстрирует те сферы, для которых необходимы услуги ИТС (со-

кращение ППС расшифровывается как профессорско-преподавательский состав).

При необходимости каждый фрагмент предложенной модели может быть детализирован. Такая возможность полезна с учетом различия требований, предъявляемых к ИТС типичными группами пользователей.

Принципы декомпозиции ИТС

Комплекс технических средств ИТС, включая используемое ею программное обеспечение, представляет собой т. н. сложную систему [5]. Для анализа сложных систем часто используется прием, называемый *декомпозицией*. Суть декомпозиции заключается в выделении небольшого набора базовых элементов. Эти элементы должны отражать основные процессы, протекающие в ИТС. Каждый выделенный элемент может рассматриваться как «черный ящик» [6]. Его модель показана на рис. 3. Она включает два элемента: управляющую и управляемую системы, которые обмениваются между собой командами и отчетами.

Процесс $A(t)$ на входе модели в общем случае рассматривается как случайный [7]. Процесс функционирования модели может описываться суперпозицией двух процессов: $B(t)$ и $C(t)$. В штатных условиях функциони-

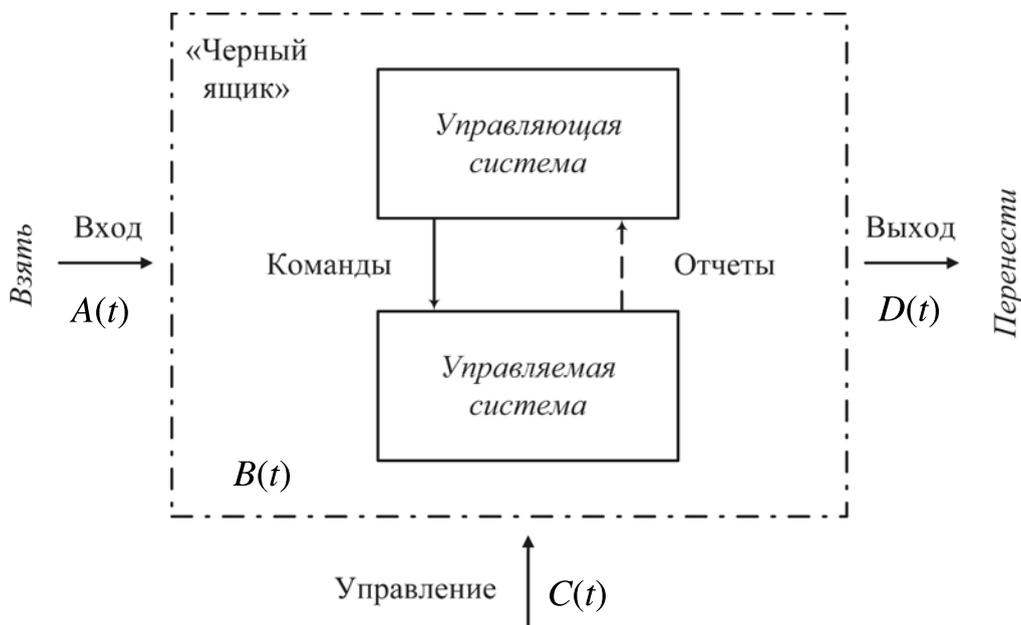


Рис. 3. Модель основного элемента ИТС в виде «черного ящика»

рования основная роль отводится процессу $B(t)$. Процесс $C(t)$ представляет собой формализованное воздействие на модель функций управления, которые определяются на основе информации о работе исследуемого объекта. Процесс $D(t)$ описывает результат функционирования модели.

Процессы $A(t)$ и $D(t)$ удобно рассматривать как формализованное описание связки операций «взять и перенести». Применительно к ИТС эти глаголы означают следующее: надо «взять» информацию в точке x и «перенести» ее в точку y . В ряде случаев вместо точек x и y удобнее оперировать множествами $\{X\}$ и $\{Y\}$ соответственно. При этом (с точки зрения ИТС) можно выделить три важных требования:

- информацию необходимо доставить с учетом ограничений по времени;
- потери в составе передаваемой информации не должны превышать заранее заданный уровень;
- искажения в принятых сообщениях не могут быть большими, чем заданные пороговые значения.

Можно предложить несколько методологических подходов к формированию принципов декомпозиции ИТС. Эти подходы определяются теми задачами, которые предстоит решать применительно к ИТС, играющей роль объекта исследования. Для задач, сформулированных в техническом задании в СВФУ, представляется логичным выделить *три основных элемента* в составе ИТС:

телекоммуникационный компонент;
информационный компонент;
управляющий компонент, поддерживающий также функции технической эксплуатации.

Каждый из трех элементов, в свою очередь, представляет сложную систему. К любому из перечисленных компонентов применима операция декомпозиции, если эта процедура необходима для анализа каких-либо объектов и/или процессов.

Методологический подход к оценке эффективности ИТС

Сложность выбора методики для оценки эффективности ИТС заключается в том,

что она выполняет множество функций, востребованных в разных аспектах. В частности, применение ИТС для оптимизации работы аппарата управления университетом улучшает качество ряда бизнес-процессов, что позволяет использовать известные методы оценки экономической эффективности. Использование функциональных возможностей ИТС для проведения научных исследований стимулирует применение иных методов оценки эффективности. Наконец, реализация функций ИТС для совершенствования учебного процесса связана с выбором собственного подхода к оценке эффективности. Иными словами, показатель, который в экономической теории называется «полезным эффектом», будет различным с точки зрения отдельных групп пользователей ИТС.

Очевидно, что должны учитываться подходы к оценке эффективности университета в целом [8], но их следует доработать для возможности вычленения ИТС как самостоятельного объекта. Основные сферы применения ИТС, как следует из рассмотренной выше пирамидальной модели, заключаются в поддержке следующей триады:

- учебный процесс (learning process – l);
- научные исследования (research – r);
- административное управление (management – m).

После введения ИТС в эксплуатацию можно опросить представительную группу специалистов из триады об их субъективной оценке, определяющей значение ИТС. Предположим, что в момент времени t_1 по пятибалльной шкале респонденты дали по две оценки, определяющие достижение цели до и после появления ИТС. Эти оценки можно записать в виде следующего кортежа:

$$\{E_l(t_1), E_l^{\text{ИТС}}(t_1), E_r(t_1), E_r^{\text{ИТС}}(t_1), E_m(t_1), E_m^{\text{ИТС}}(t_1)\}. \quad (1)$$

Нижние индексы соответствуют введенным выше обозначениям компонентов триады. Наличие верхнего индекса указывает на тот факт, что данная оценка выставлена для случая, когда ИТС введена в эксплуатацию и востребована в работе.

Значения эффективности ИТС в момент времени t_1 для каждой сферы ее применения — $P_l(t_1)$, $P_r(t_1)$, $P_m(t_1)$ — определяются очевидным образом:

$$\begin{aligned} P_l(t_1) &= \frac{E_l^{\text{ИТС}}(t_1) - E_l(t_1)}{E_l^{\text{ИТС}}(t_1)}, \\ P_r(t_1) &= \frac{E_r^{\text{ИТС}}(t_1) - E_r(t_1)}{E_r^{\text{ИТС}}(t_1)}, \\ P_m(t_1) &= \frac{E_m^{\text{ИТС}}(t_1) - E_m(t_1)}{E_m^{\text{ИТС}}(t_1)}. \end{aligned} \quad (2)$$

Результирующее значение эффективности $P(t_1)$ логичнее выразить одним из двух способов: как среднее арифметическое или как модуль трехмерного вектора [9]

$$\begin{aligned} P(t_1) &= \frac{P_l(t_1) + P_r(t_1) + P_m(t_1)}{3}, \\ P(t_1) &= \sqrt{P_l^2(t_1) + P_r^2(t_1) + P_m^2(t_1)}. \end{aligned} \quad (3)$$

Выбор лучшего способа целесообразно отложить до проведения аналогичных опросов в моменты времени t_2, t_3, \dots, t_n . В результате получатся две функции вида $P(t)$. Из них следует выбрать одну, наиболее адекватно, по мнению специально созданной экспертной группы, отражающую изменение эффективности ИТС во времени. При удачном развитии функциональных возможностей ИТС функция $P(t_1)$ должна быть монотонной. Если это условие не соблюдается, то необходимо проанализировать причины изменения реакции пользователей на работу ИТС.

Предлагаемый методологический подход отличается простотой и наглядностью, но он не должен рассматриваться как единственно возможное решение. По мере накопления опыта эксплуатации ИТС следует рассмотреть и другие варианты оценки ее

эффективности. Например, в формулы (3) могут быть введены весовые коэффициенты, учитывающие важность каждого компонента триады.

Использование современных информационно-телекоммуникационных технологий становится важным фактором улучшения работы современных учебных заведений. Информационно-телекоммуникационные технологии особо важны для университетов. Для реализации подобных технологий создается ИТС — информационно-телекоммуникационная система. Она позволяет решать комплекс задач для обучения, научных исследований и управления университетом.

Создание и поддержка ИТС — сложный процесс, требующий значительных инвестиций. По этой причине актуализируются задачи оценки эффективности ИТС и ее влияния на основные направления деятельности университета в целом. В настоящее время научное сообщество еще не пришло к единому мнению по выбору методологии таких оценок.

В данной статье предложен методологический подход к оценке эффективности университета, в котором создана ИТС. Этот подход основан на балльной оценке эффектов, возникающих в учебном процессе, научных исследованиях и системе административного управления. Далее полученные оценки обрабатываются так, чтобы результат был представлен скалярной величиной. Эта скалярная величина оценивается в разные моменты времени, что позволяет проанализировать динамику изменения эффективности ИТС и, при необходимости, принять меры к исправлению выявленных ошибок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Yenbamrung P.** The Emerging Electronic University: Distance Education for the Twenty-first Century // 16th World Conf. of the International Council for Distance Education. Bangkok: ICDE, 1992.
2. **McCluskey F., Winter M.** The Idea of the Digital University: Ancient Traditions, Disruptive Technologies and the Battle for the Soul of Higher Education. Westphalia Press, 2013.

3. **Verduin J.R., Clark T.A.** Distance education: the foundations of effective practice. San Francisco. Jossey-Bass, 1991.
4. **Репин В.В., Елиферов В.Г.** Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. 408 с.
5. **Новосельцев В.И., Тарасов Б.В.** Теоретические основы системного анализа. М.:

Майор, 2013.

6. **Бейзер Б.** Тестирование черного ящика. Технологии функционального тестирования программного обеспечения и систем. СПб.: Питер, 2004.

7. **Вентцель Е.С.** Теория вероятностей. М.: Издат. центр «Академия», 2005.

8. **Гафорова Е.Б., Карловский А.В.** О подходах к оценке эффективности деятельности вузов // Вестник НГУ. Социально-экономические науки. 2009. Т. 9. Вып. 3. С. 81–87.

9. **Бронштейн И.Н., Семендяев К.А.** Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. М.: Наука, 1986.

REFERENCES

1. **Yenbamrung P.** The Emerging Electronic University: Distance Education for the Twenty-first Century, *16th World Conference of the International Council for Distance Education*. Bangkok: ICDE, 1992.

2. **McCluskey F., Winter M.** *The Idea of the Digital University: Ancient Traditions, Disruptive Technologies and the Battle for the Soul of Higher Education*. Westphalia Press, 2013.

3. **Verduin J.R., Clark T.A.** *Distance education: the foundations of effective practice*. San Francisco, Jossey-Bass, 1991.

4. **Repin V.V., Yeliforov V.G.** *Protsessnyy podkhod k upravleniyu. Modelirovaniye biznes-protsessov*. Moscow: Standarty i kachestvo Publ., 2008, 408 p. (rus)

5. **Novoseltsev V.I., Tarasov B.V.** *Teoreticheskiye*

osnovy sistemnogo analiza. Moscow: Mayor Publ., 2013. (rus)

6. **Beyzer B.** *Testirovaniye chernogo yashchika. Tekhnologii funktsionalnogo testirovaniya programmnogo obespecheniya i sistem*. St. Petersburg: Piter Publ., 2004. (rus)

7. **Venttsel Ye.S.** *Teoriya veroyatnostey*. Moscow: Izdatelskiy tsentr "Akademiya" Publ., 2005. (rus)

8. **Gafforova Ye.B., Karlovskiy A.V.** О подkhodakh k otsenke effektivnosti deyatel'nosti vuzov, *Vestnik NGU. Sotsialno-ekonomicheskkiye nauki*, 2009. Vol. 9, No. 3, Pp. 81–87. (rus)

9. **Bronshteyn I.N., Semendyayev K.A.** *Spravochnik po matematike dlya inzhenerov i uchashchikhsya vuzov*. Moscow: Nauka Publ., 1986. (rus)

ЕРМАКОВ Алексей Валентович – проректор по техническому направлению Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова, кандидат экономических наук.

677000, Респ. Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Белинского, д. 58.

E-mail: Ermakov-it@yandex.ru

ERMAKOV, Aleksey V. *North-Eastern Federal University in Yakutsk.*

677980, Belinskiy Str. 58, suite 312, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia.

E-mail: Ermakov-it@yandex.ru