

М. Б. Гузаиров, М. М. Гаянова, В. А. Козырева

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАТИКИ В УНИВЕРСИТЕТАХ США И РОССИИ

В данной статье рассматриваются особенности системы высшего образования США, проводится сопоставительный анализ образовательных программ подготовки бакалавров в области информатики российского университета и университетов США. *Образовательная программа; аккредитация в сфере высшего образования; учебные планы*

Интернационализация образования представляет собой процесс расширения сферы деятельности университетов за пределы своей национальной образовательной системы, развитие международных образовательных и научных связей, приведение деятельности вуза в соответствие международным нормам, что содействует формированию благоприятных условий для обеспечения высокого качества образования, для развития университетской науки.

К основным формам интернационализации университетской среды относятся: индивидуальная мобильность студентов и профессорско-преподавательского состава в образовательных целях, формирование новых общепризнанных международных образовательных стандартов, интеграция в метапрограммы международного сотрудничества, создание стратегических образовательных альянсов и консорциумов.

Для признания зарубежными университетами образовательных программ российских учебных заведений и для привлечения зарубежных студентов на обучение в Россию необходимо разрабатывать конкурентоспособные образовательные программы и правильно представлять их на рынке. При модернизации российских образовательных программ в области информатики может быть полезен зарубежный опыт в области управления высшим образованием. Ведущие технические университеты расположены в США, поэтому представляет интерес изучение системы подготовки информатиков именно в этой стране. Целью данной работы

является выявление особенностей системы высшего образования США и сравнительный анализ образовательных программ российского и американских университетов. Вопросам анализа образовательных программ и сравнения с другими образовательными программами посвящены многие работы в нашем университете.

### 1. ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ США

Управление высшим образованием в США осуществляется на уровне отдельных штатов, а не федеральным правительством. Единой государственной системы, ответственной за высшее образование, не существует. Степень контроля над деятельностью университетов устанавливается правительствами штатов и может сильно различаться. Большинство высших учебных заведений являются в значительной степени автономными и независимыми, поэтому характер и качество образовательных программ, предлагаемых в США, значительно варьируются. Для гарантии минимального качества образования функционирует система аккредитации [1].

### Аккредитация в сфере высшего образования

Аккредитация в сфере высшего образования – это процедура внешней оценки и тщательного исследования отдельных образовательных программ и целых университетов для подтверждения качества учебного процесса.

Аккредитация выполняет следующие функции:

- Гарантия качества. Аккредитация – основное средство университетов для доказательства качества предоставляемого образования. Аккредитация является признаком того, что данный университет или программа удовлетворяют минимальным требованиям по таким параметрам, как профессорско-преподавательский

Контактная информация: (347) 272-22-15

Исследования проводились в рамках научно-исследовательской работы по теме ИФ-ВК-01-09-03 «Исследование интеллектуальных технологий поддержки принятия решений и управления для сложных социально-экономических объектов», а также гранта Президента Российской Федерации НШ-65497.2010.9 для ведущих научных школ

состав, учебный план, студенческие службы, библиотеки. Аккредитацию получают только университеты, доказавшие финансовую стабильность.

- Получение доступа к федеральному финансированию. Аккредитация обязательна для получения государственного финансирования, например при оказании поддержки студентам или при участии в государственных программах.

- Показатель качества в обществе. Аккредитация полученного образования учитывается работодателем при рассмотрении документов при приеме на работу. Частные лица и организации обращают внимание на наличие аккредитации программ при принятии решения о финансировании обучения.

- Упрощение перехода между университетами. Аккредитация получаемого образования является одним из факторов, учитываемых принимающим университетом, она обязательно проверяется и считается важным показателем качества. Аккредитация способствует упрощению перезачета дисциплин при переходе студентов между университетами [2].

В США аккредитацией занимаются частные некоммерческие организации, созданные специально для этой цели. Эти организации разрабатывают стандарты для университетов и программ. Федеральное правительство не занимается аккредитацией в области образования, но имеет право уполномочивать на аккредитирующую деятельность.

Аккредитационные агентства делятся на 2 группы:

- Уполномоченные государством – агентства, наделенные департаментом образования США функцией аккредитации учебных заведений и отдельных программ. Аккредитация таких агентств обеспечивает доступ к государственному финансированию и гарантирует соответствие федеральным критериям, определяющим возможность получать государственную помощь.

- Уполномоченные организацией CHEA (Council for Higher Education Accreditation), частной некоммерческой национальной организацией, координирующей аккредитирующую деятельность в США. Аккредитация таких агентств не позволяет получить доступ к государственному финансированию [1].

Аккредитация не ранжирует университеты, она только заверяет, что конкретная образова-

тельная программа или целый университет удовлетворяют установленным требованиям.

Различают 2 типа аккредитации:

- Аккредитация университетов охватывает качество целого образовательного учреждения. Одной из форм такой аккредитации является региональная аккредитация университетов.

- Аккредитация отдельных программ рассматривает в большей степени отдельные образовательные программы, чем учебное заведение в целом. Качество образования по программам в областях архитектуры, медсестринского дела, медицины, технических наук чаще всего подтверждается аккредитацией этого типа.

Ведущей компанией в США, занимающейся аккредитацией отдельных программ в областях технических и прикладных наук, вычислительной техники, является компания ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology). Аккредитация ABET – это гарантия, что учебная программа удовлетворяет требованиям к качеству, определяемым той профессиональной областью, специалистов в которой она готовит. Например, аккредитованная техническая программа отвечает требованиям к качеству, установленным специалистами в области технических наук. Требования, предъявляемые ABET, разрабатываются в ABET совместными усилиями различных профессиональных организаций, например в области технических наук организациями ASEE, CSAB, IEEE. Специалисты, непосредственно осуществляющие проверку учебных программ, являются членами этих организаций.

В ходе аккредитации ABET предъявляет требования к следующим параметрам: цели программы, реальность выполнения программы, преподавательский состав, учебный план, материальная база, поддержка со стороны учебного заведения и финансовые ресурсы. Рассмотрим подробнее требования к учебному плану [3].

### **Требования ABET к образовательным планам**

Нагрузка в требованиях к образовательным планам выражена в семестр-часах. 30 семестр-часов соответствуют нагрузке одного года обучения очного студента. Учебный план должен включать 40 семестр-часов изучения профессиональных дисциплин, 30 семестр-часов – математики и естественных наук, 30 семестр-часов – гуманитарных и социальных дисциплин.

Профессиональные дисциплины должны включать минимум 16 семестр-часов изучения таких фундаментальных предметов, как теория

алгоритмов, структуры данных, проектирование ПО, основы программирования, архитектура вычислительных систем. После прохождения этих курсов студенты должны владеть теоретическими основами, знать основные проблемы и возможные решения в данных областях. Студенты должны быть способны работать с различными системами и языками программирования, профессионально владеть одним языком программирования высокого уровня. Студентам необходимо провести практическую работу объемом минимум 16 семестр-часов.

Учебные план должен включать минимум 15 семестр-часов изучения математики. Практическая работа по математике должна включать следующие разделы: дискретная математика, дифференциальное и интегральное исчисления, теория вероятностей и статистика. Учебный план должен включать минимум 12 семестр-часов изучения естественно-научных дисциплин. Должны проводиться лабораторные работы на протяжении двух семестров.

Студенты должны развивать и применять в процессе обучения речевые и письменные навыки. В учебный план должны быть включены гуманитарные и социальные предметы, способствующие пониманию широкого круга социальных и этических вопросов в области информатики [3].

## 2. ЗАДАЧА СРАВНЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

При решении задачи сравнения двух образовательных программ возникает необходимость сопоставления как общего списка дисциплин учебных планов, наименования отдельных дисциплин, так и количественных (нагрузка дисциплины) и качественных (содержание дисциплины) параметров. Задача сравнения образовательных программ и содержания дисциплин не является формализуемой, поэтому возникает вопрос о необходимости разработки информационной системы для сопоставительного анализа университетских образовательных программ с применением технологий экспертных систем. Экспертный анализ образовательных программ университетов различных государств позволяет выявить связи и закономерности рассматриваемой предметной области.

Информационное обеспечение разрабатываемой системы должно содержать анализируемые учебные планы: наименования дисциплин, нагрузку, ключевые слова и области знаний, соответствующие дисциплинам. Должно быть определено деление дисциплин на области

и блоки. Сложности при формировании базы знаний и последующем сравнении заключаются в том, что названия дисциплин одинакового содержания могут отличаться и, наоборот, дисциплины с одним названием могут частично не совпадать по материалу. Нескольким предметам одного плана может соответствовать один другого плана.

В результате анализа известных моделей представления знаний в базу знаний экспертной системы и особенностей процесса сопоставления учебных планов установлено, что наиболее подходящим методом для рассмотренной задачи является семантическая сеть и продукционные модели.

При анализе планов можно воспользоваться семантической сетью, построенной на базе других учебных планов (эталонных). В учебных планах выявляются только дисциплины, которые содержатся в базовой сети, и резюме строятся только по этим дисциплинам. Сравнение семантических сетей различных учебных планов позволяет установить степень их смысловой близости, что может использоваться при автоматической структуризации [4].

## 3. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ УНИВЕРСИТЕТОВ США

Рассмотрим учебные программы в области информатики нескольких университетов США:

- Университ Стэнфорд (Stanford University) [5];
- Массачусетский технологический институт (МИТ, Massachusetts Institute of Technology) [6];
- Калифорнийский университет Беркли (University of California, Berkeley) [7];
- Университет Карнеги–Меллон (Carnegie Mellon University) [8].

Выбранные университеты являются лидирующими в области информатики по академическому рейтингу университетов мира ARWU [9].

В системе высшего образования США не существует общего для всех вузов аналога направления подготовки бакалавров российских университетов, что усложняет сравнение образовательных программ такой обширной области, как информатика.

В университете Стэнфорд для получения степени бакалавра в области информатики необходимо пройти обучение по одному из следующих направлений: «Искусственный интел-

лект», «Биоинформатика», «Компьютерная графика», «Взаимодействие с человеком», «Теория информации», «Компьютерные системы», «Теория вычислительных технологий», или сформировать направление самостоятельно, учитывая университетские требования. В учебных планах различных направлений существуют различия только в общепрофессиональных дисциплинах, но определены минимальные требования к общепрофессиональным дисциплинам, к основам компьютерных и технических наук, одинаковые для всех направлений. В данной статье мы будем использовать план направления «Теории информации».

В университете МИТ и Беркли степень бакалавра можно получить в двух областях, связанных с информатикой: компьютерных и технических наук (Computer Science and Engineering), электротехники и информатики (Electrical Engineering and Computer Science). Эти программы имеют аккредитацию АВЕТ [2]. Как и в университете Стэнфорд, между двумя направлениями существуют различия в общепрофессиональных дисциплинах. В университете Беркли возможно комбинирование предметов с разных направлений. Для проведения анализа возьмем планы направления «Компьютерные и технические науки».

В университете Карнеги-Меллона факультет информатики проводит обучение бакалавров по направлениям «Информатика», «Биоинформатика», «Информатика и изобразительное искусство», «Информатика» и «Музыка». В данной работе будет использован план направления «Информатика».

В каждом университете используются свои единицы измерения нагрузки дисциплин (юниты) и определяется способ перевода этих единиц в часы. В университете Стэнфорд юнит равняется 3 часам работы каждую неделю в течение одного семестра. Семестр состоит из 10 недель, таким образом, 1 юнит равняется 30 часам учебы. В университете МИТ юнит равняется 14 часам нагрузки. В университете Беркли юнит соответствует 45 часам работы. В университете Карнеги – Меллон один юнит равняется часу работы еженедельно на протяжении одного семестра. Семестр длится 15 недель, следовательно, юнит получается равным 15 часам работы. Для удобства в данной статье все приведенные значения нагрузок уже выражены в часах. Час в данном случае – это минимум 50 минут.

Все изучаемые в рассматриваемых университетах дисциплины можно разделить на несколько блоков: математические, естественно-научные, общепрофессиональные, гуманитарные дисциплины, дисциплины по выбору. Нагрузки для всех блоков по университетам приведены в таблице.

Количество часов обучения, необходимое для получения степени бакалавра в университетах Стэнфорд, Беркли, Карнеги–Меллон одинаково (5400 часов), в университете МИТ оно больше примерно на 20% (6384 часов).

Рассмотрим распределение нагрузки между блоками дисциплин в учебных планах каждого университета (рис. 1). В сравниваемых университетах основная нагрузка приходится на общеобразовательные дисциплины (34–41%). На втором месте гуманитарные дисциплины, на них приходится 18–26% нагрузки. На естественно-научные дисциплины приходится 10–18% нагрузки, на математические – 11–19%, на дисциплины по выбору – 8–18%. Рассмотрим подробнее математический блок дисциплин.

#### Математические дисциплины

Основные разделы, на которые можно разделить все преподаваемые математические дисциплины в рассматриваемых университетах США:

- математический анализ: интегральное и дифференциальное исчисление функций одной и нескольких переменных, теория рядов, векторный анализ и др.;
- матричный анализ и линейная алгебра: теория матриц, системы линейных уравнений, линейные пространства и др.;
- дискретная математика: математическая логика, теория графов, теория множеств, теория чисел, методы доказательств, комбинаторный анализ и др.;
- теория вероятностей.

Распределение нагрузки между этими блоками отображено на рис. 2.

Во всех университетах изучается математический анализ, занимая от 43 до 67% всей нагрузки на математические дисциплины, матричный анализ и линейная алгебра (13–29%), дискретная математика (14–25%). Теория вероятностей преподается в университетах Стэнфорд, Карнеги–Меллон и занимает 14% и 19% соответственно.

### Нагрузка (в часах) для блоков дисциплин учебных планов университетов США

Дисциплины	Стэнфорд	МИТ	Беркли	Карнеги–Меллон
Математические дисциплины (математический анализ, теория вероятностей, линейная алгебра, дискретная математика и др.)	1050	672	900	705
Естественно-научные дисциплины (физика, биология, химия и др.)	570	1176	540	540
Общепрофессиональные дисциплины (структуры данных и алгоритмы, программирование, базы данных, проектирование ПО, архитектура вычислительных систем и др.)	1980	2184	2205	2265
Гуманитарные дисциплины (философия, иностранный язык, история и др.)	1350	1680	945	945
Дисциплины по выбору	450	672	810	945
Всего	5400	6384	5400	5400

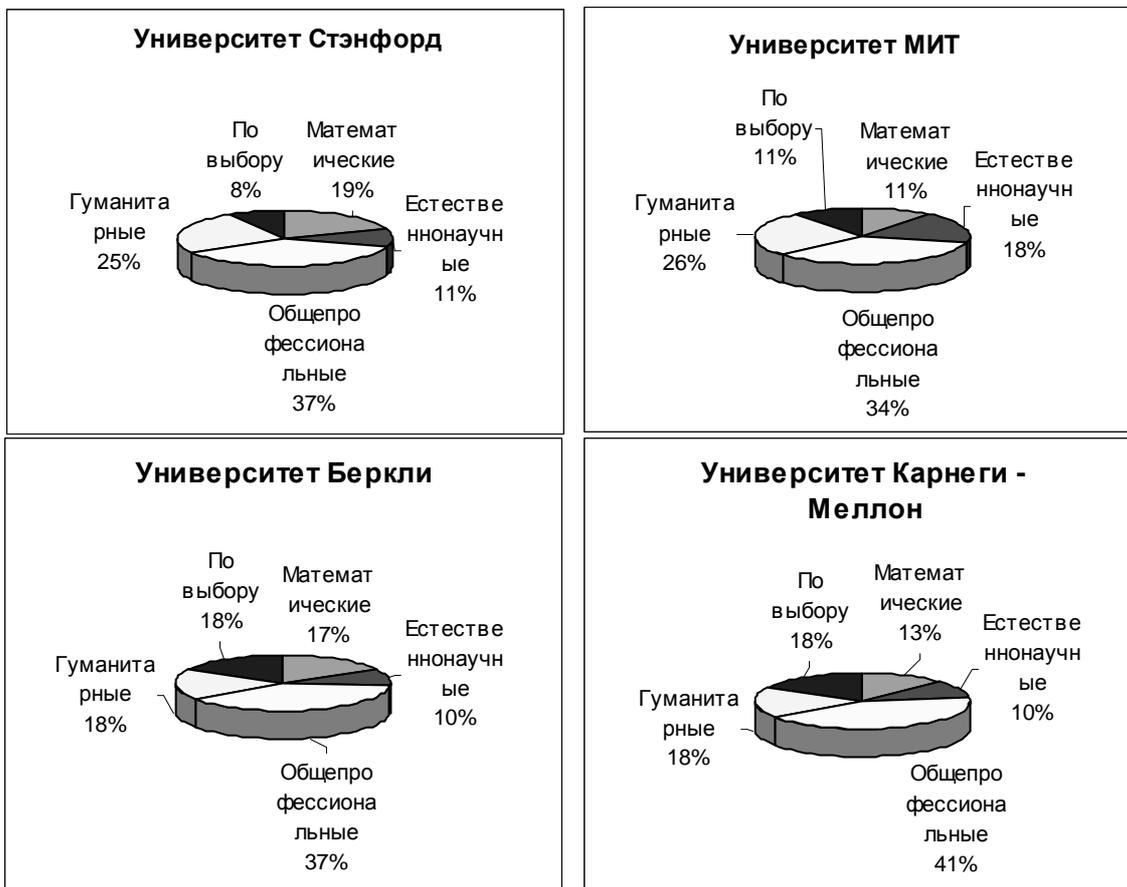


Рис. 1. Распределение нагрузки между блоками дисциплин

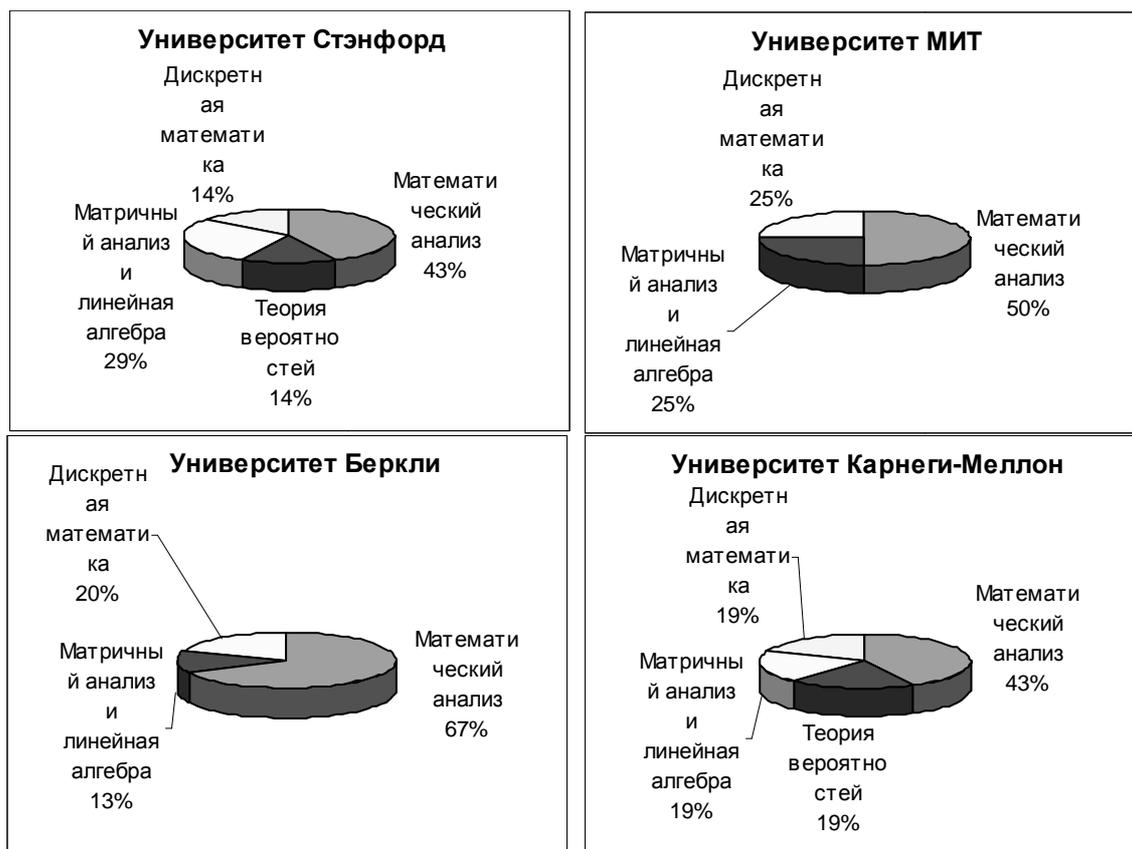


Рис. 2. Распределение нагрузки между разделами в блоке математических дисциплин

#### 4. СРАВНЕНИЕ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ США С УЧЕБНЫМ ПЛАНом РОССИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Сравним учебные планы университетов США с учебным планом направления подготовки бакалавров 230100 «Информатика и вычислительная техника» факультета информатики и робототехники Уфимского государственного авиационного технического университета.

В российских учебных планах нагрузка указана в академических часах (45 минут). Общая нагрузка, необходимая для выполнения, в российском университете, – 7344 академических часа. Нагрузка в американских учебных планах была приведена к часам (минимум по 50 минут). Выразим российскую нагрузку в этих часах – 6960 часов – это больше, чем затрачивается на обучение в рассматриваемых вузах США (на 29% больше, чем в университетах Стэнфорд, Беркли, Карнеги-Меллон, на 9% больше, чем в университете МИТ).

Распределение нагрузки между блоками дисциплин для учебного плана российского вуза представлено на рис. 3.

Сравнение распределения нагрузки между блоками дисциплин учебных планов университетов США и России представлено на рис. 4.



Рис. 3. Распределение нагрузки между блоками дисциплин учебного плана УГАТУ

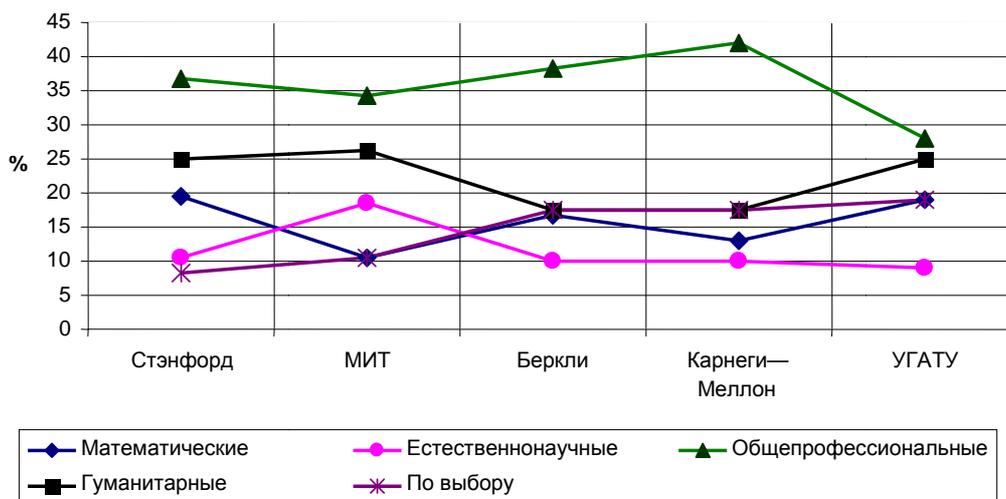


Рис. 4. Распределение нагрузки между блоками дисциплин учебных планов университетов США и России

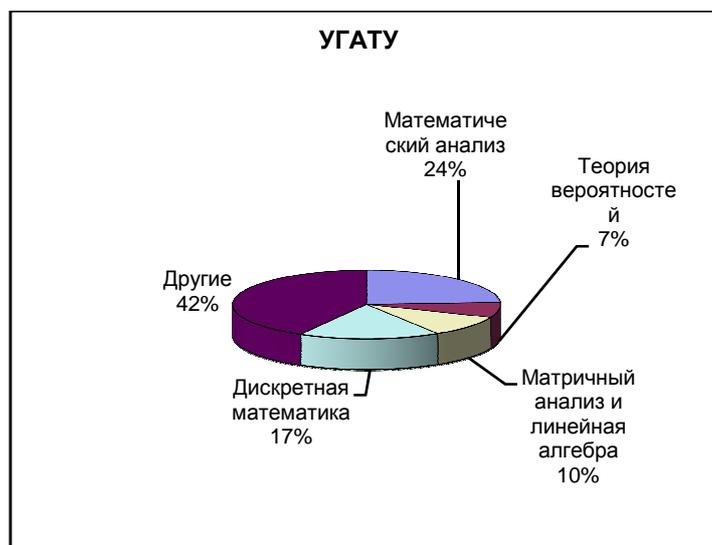


Рис. 5. Распределения нагрузки между математическими дисциплинами учебного плана УГАТУ

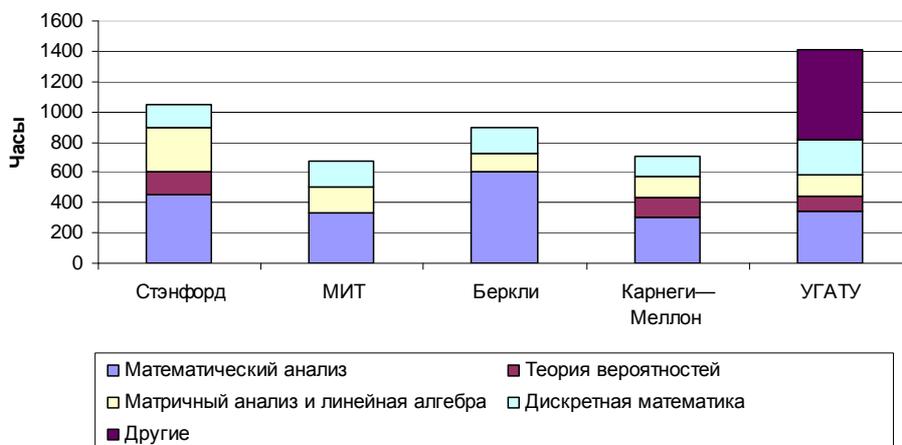


Рис. 6. Сравнение нагрузки в часах для дисциплин математического блока

На общепрофессиональные дисциплины выделяется 28% нагрузки, что меньше, чем в университетах США, в среднем на 10%. Нагрузки на математические (19%), естественнонаучные (9%), гуманитарные дисциплины (25%), дисциплины по выбору (19%) примерно лежат в пределах значений нагрузок для соответствующих блоков университетов США. В российском университете нагрузки на общепрофессиональные и гуманитарные дисциплины примерно совпадают, в то время как в университетах США разница между этими блоками составляет в среднем 13%. Нагрузка на математические дисциплины примерно равна нагрузкам в Беркли и Стэнфорде и примерно в 1,5 раза больше нагрузок в МИТ и Карнеги–Меллон. Нагрузка на естественнонаучные дисциплины примерно равна нагрузкам в университетах Стэнфорд, Беркли, Карнеги–Меллон и в 2 раза меньше нагрузки в МИТ. Нагрузка на дисциплины по выбору равна нагрузкам в Беркли, Карнеги–Меллон и примерно в 2 раза больше нагрузок в Стэнфорд и МИТ.

### Математические дисциплины

Учебный план УГАТУ включает в себя предметы, которым нет соответствующих в планах университетов США – это вычислительная математика, методы оптимизации, теория принятия решений и математические дисциплины по выбору. Диаграмма распределения нагрузки между математическими дисциплинами представлена на рис. 5. На рис. 6 изображен сравнительный анализ выделяемой нагрузки на математические дисциплины в УГАТУ и американских вузах (сравнение в часах). Количество преподаваемых в УГАТУ математических дисциплин больше за счет вычислительной математики, методов оптимизации, теории принятия решений и математических дисциплин по выбору. Как и в университетах США, больше всего времени отводится на изучение математического анализа. На изучение математических дисциплин выделяется нагрузка в 1,3–2 раза большая, чем в университетах США за счет дополнительных предметов. Нагрузка на математический анализ лежит в пределах нагрузки для американских университетов: практически совпадает с нагрузкой в МИТ и Карнеги–Меллон и меньше, чем в университете Беркли, в 2 раза. На дискретную математику выделяется больше времени, чем в американских университетах. На теорию вероятностей меньше – на 35–50%. Нагрузка на матричный анализ и линейную алгебру примерно одинакова.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате сравнения учебных планов подготовки бакалавров университетов США было установлено следующее:

- Количество часов обучения, необходимое для получения степени бакалавра в университетах Стэнфорд, Беркли, Карнеги–Меллон одинаково, в университете МИТ оно больше примерно на 20%.

- Все изучаемые в рассматриваемых образовательных программах университетов США дисциплины можно разделить на несколько блоков: математические, естественнонаучные, общепрофессиональные, гуманитарные дисциплины, дисциплины по выбору. В сравниваемых университетах США основная нагрузка приходится на общеобразовательные дисциплины. На втором месте гуманитарные дисциплины.

- Основные разделы, на которые можно разделить все преподаваемые математические дисциплины в рассматриваемых университетах США: математический анализ, матричный анализ и линейная алгебра, дискретная математика, теория вероятностей. Основная нагрузка приходится на математический анализ. Затем идет матричный анализ и линейная алгебра, дискретная математика.

В результате сравнения планов подготовки бакалавров российского университета (УГАТУ, направление 230100 «Информатика и вычислительная техника») и американских университетов было установлено следующее:

- суммарная нагрузка для получения степени бакалавра в УГАТУ больше, чем в американских университетах (на 29% больше, чем в университетах Стэнфорд, Беркли, Карнеги–Меллон, на 9% больше, чем в университете МИТ);

- часть суммарной нагрузки, выделяемая на общепрофессиональные дисциплины в УГАТУ, меньше, чем в университетах США. Нагрузки на математические, естественнонаучные, гуманитарные дисциплины по выбору примерно лежат в пределах значений нагрузок для соответствующих блоков университетов США;

- количество преподаваемых в российском университете математических дисциплин больше за счет следующих предметов: вычислительная математика, методы оптимизации, теория принятия решений и математические дисциплины по выбору. Выделяемая нагрузка на совпадающие предметы примерно одинаковая (сравнение в часах), но суммарная нагрузка

на математические дисциплины больше за счет дополнительных предметов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье были определены основные особенности образовательных программ по подготовке бакалавров в области информатики университетов США (Университет Стэнфорд, Массачусетский технологический институт, Калифорнийский университет Беркли, Университет Карнеги–Меллон). Определены характерные черты системы высшего образования США. Вследствие того, что в США не существует единого аппарата управления высшими учебными заведениями, образовательные планы подготовки бакалавров в области информатики не стандартизованы и различаются между университетами. Основной системой гарантии качества высшего образования в США является аккредитация университетов и программ.

Проведен сопоставительный анализ образовательных программ университетов США и России (УГАТУ, направление 230100 «Информатика и вычислительная техника»). Полученные результаты могут быть использованы при модернизации учебных программ российских университетов в свете внедрения в ближайшее время стандарта третьего поколения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт министерства образования США [Электронный ресурс]. [2010] URL: [www.ed.gov](http://www.ed.gov) (дата обращения: 01.02.2010).
2. Официальный сайт организации CHEA [Электронный ресурс]. [2010] URL: [www.chea.org](http://www.chea.org) (дата обращения: 01.02.2010).
3. Официальный сайт организации АБЕТ [Электронный ресурс]. [2010] URL: [www.abet.org](http://www.abet.org) (дата обращения: 01.02.2010).
4. Юсупова Н. И., Гаянова М. М. Семантические сети и продукционные модели для анализа университетских образовательных программ в информационной системе // Вестник УГАТУ. 2006. Т. 7, № 2 (15). С. 120–126.
5. Официальный сайт университета Стэнфорд [Электронный ресурс]. [2010] URL: [www.stanford.edu](http://www.stanford.edu) (дата обращения: 01.02.2010).

6. Официальный сайт Массачусетского технологического института [Электронный ресурс]. [2010] URL: [www.mit.edu](http://www.mit.edu) (дата обращения: 01.02.2010).

7. Официальный сайт Калифорнийского университета в Беркли [Электронный ресурс]. [2010] URL: [www.berkeley.edu](http://www.berkeley.edu) (дата обращения: 01.02.2010).

8. Официальный сайт университета Карнеги-Меллон [Электронный ресурс]. [2010] URL: [www.cmu.edu](http://www.cmu.edu) (дата обращения: 01.02.2010).

9. Академический рейтинг университетов мира, официальный сайт [Электронный ресурс]. [2010] URL: [www.arwu.org](http://www.arwu.org) (дата обращения: 01.02.2010).

### ОБ АВТОРАХ



**Гузаиров Мурат Бакеевич**, ректор, проф. каф. выч. техн. и защ. инф. Дипл. инж.-электромех. (УАИ, 1973). Д-р техн. наук по упр. в соц. и экон. системах. Иссл. в обл. сист. анализа, упр. в соц. и экон. системах.



**Гаянова Майя Марсовна**, доц. каф. выч. матем. и кибернетики. Дипл. математик (БГУ, 1997). Канд. техн. наук по упр. в соц. и экон. объектах (УГАТУ, 2006). Иссл. в обл. систем поддержки принятия решений в соц. и экон. системах.



**Козырева Виктория Андреевна**, асп. каф. выч. техн. и защ. инф. Дипл. матем.-программист (УГАТУ, 2009). Иссл. в обл. систем поддержки принятия решений в соц. и экон. системах.