Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт _Кибернетики_____
Направление подготовки _Прикладная математика и информатика_____
Кафедра _Программной инженерии_____

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Моделирование деятельности подразделений ТПУ на основе статистического анализа

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8БМ51	Поминов Алексей Дмитриевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузнецов Д.Ю.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский В.Ю.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Извеков В.И.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПИ	Иванов М.А.	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки (специальность) Прикладная математика и информатика
Кафедра Программной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ _____ Иванов М. А
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	**ФИО**
8БМ51	Поминов Алексей Дмитриевич

Тема работы:

Моделирование деятельности подраделений ТПУ на основе статистического анализа	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе *(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*	Проведение статистического анализа деятельности подразделений ТПУ выявление взаимозависимостей между различными факторами, влияющими на эффективность работы подразделений, на основе методов статистического анализа
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов *(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).*	Анализ предметной области, обзор методов статистического анализа. Анализ деятельности и результативности подразделений ТПУ. Расчеты и выявление зависимостей между факторами, влияющими на деятельность подразделений, и эффективностью их работы. Финансовый менеджмент. Социальная ответственность. Заключение по проделанной работе.

Перечень графического материала *(с точным указанием обязательных чертежей)*	Таблицы, графики

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	В.Ю. Конотопский, доцент каф. МЕН, к.э.н.
Социальная ответственность	В.И. Извеков, доцент каф. ЭБЖ, к.х.н.
Раздел на иностранном языке	В.С. Морозов, старший преподаватель каф. ИЯИК

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Введение, объект и методы исследования, результаты проведенного исследования

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ПИ	Д.Ю. Кузнецов	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8БМ51	А.Д. Поминов		

Реферат

Ключевые слова: эффективный контракт, рейтинг подразделений, статистический анализ.

Объектом исследования являются подразделения ТПУ: институты и кафедры. Предмет исследования – это факторы влияющие на эффективность работы подразделений. Целью работы является выявление взаимозависимостей между различными факторами, влияющими на эффективность работы подразделений, на основе методов статистического анализа. В процессе исследования была изучена технология разработки и построения интерактивных отчетов в среде Oracle BI Publisher. Были изучены существующие методы статистического анализа. Основная часть работы посвящена подсчету рейтинга подразделений и дальнейшего анализа, выбранный факторов, влияющих на результативность работы подразделений. В результате исследования были выявлены взаимозависимости между факторами и рейтингом, а также степень влияния этих факторов на результативность работы подразделений. Также была изучена возможность построения качественной модели для эффективного управления и повышения результативности работы подразделений. Данное исследование предполагает дальнейшую работу по изучению влияния различного рода факторов и признаков на эффективность работы подразделений университета.

Определения, обозначения, сокращения

Математическая статистика - раздел математики, посвященный математическим методам систематизации, обработки и использования статистических данных для научных и практических выводов.

Статистический анализ — является расчетом статистических показателей, описывающий изучаемые явления, выявляющий их динамику, структуру, а также взаимосвязь с иными явлениями, закономерностями, прогнозами на будущее.

Эффективный контракт - договор с сотрудником, конкретизирующий должностные обязанности, оплату труда, критерии и показатели оценки эффективности его деятельности для назначения стимулирующих выплат на основе результатов труда и качества оказываемых услуг и меры социальной поддержки.

ТПУ – Томский политехнический университет

ИПК – информационно программный комплекс.

Оглавление

Реферат 4

Определения, обозначения, сокращения 5

Введение 7

1. Обзор литературы 9

2. Статистический анализ 15

2.1. Однофакторный дисперсионный анализ 16

2.2. Многомерные статистические методы 22

3. Объект и методы исследования 33

4. Расчеты и аналитика 36

4.1. Факторный анализ 38

4.2. Кластерный анализ 41

4.3. Корреляционный анализ 43

4.4. Регрессионный анализ 44

5. Результаты проведенного исследования 46

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 48

7. Социальная ответственность 60

Заключение 84

Список использованных источников 86

Приложения 88

Введение

Современные вузы являются сложными по структуре и управлению организациями, которые с точки зрения внедрения информационных технологий, имеют ряд технических и организационных проблем. Несмотря на имеющееся в современной теории и практике менеджмента многообразие подходов к управлению, та или иная концепция управления не всегда может быть напрямую применена учреждением высшего образования.

Существующие типовые решения по управлению бизнес-процессами в основном ориентированы на коммерческие предприятия. Учреждения высшего образования и коммерческие организации имеют много общего с точки зрения эффективности принимаемых решений и формирования целевых показателей.

О новом подходе к оценке компетентности преподавателей российских вузов говорил в июле 2012 года Президент РФ В.В. Путин. Его идея «эффективного контракта» предполагает зависимость размера оплаты труда не только от пребывания на рабочем место, но и от результативности его работы.

Реализация нового подхода к оценке эффективности работы преподавателей решена в ТПУ в виде в виде системы «Эффективный контракт», а также через программные комплексы корпоративной среды.

В результате работы данной системы появилась востребованность в расчете рейтингов подразделений, для анализа и выявления факторов, влияющих на рейтинг, и построения модели для повышения эффективности управления и результативности.

Целью данного исследования является выявление взаимозависимостей между различными факторами, предположительно влияющими на эффективность работы подразделений, на основе методов статистического анализа.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- Сбор информации о подразделениях
- Расчет эффективности работы подразделений (рейтинга)
- Установить зависимости между эффективностью работы подразделений и различными факторами

Для решения поставленных задач были использованы данные, полученные из информационной среды ТПУ.

Для решения первой задачи были использованы данные, полученные из информационной среды ТПУ. Для расчета эффективности использовался пакет Oracle BI Publisher. Разработанный отчет стал основой для проведения статистического анализа. Статистический анализ в рамках данной работы затрагивает факторный, кластерный, корреляционный и регрессионный методы. Их подробное описание представлено в основной части работы.

1. Обзор литературы

Проведение научного исследования: экспериментального или фундаментального, предполагает осуществление статистического анализа полученных данных. Для успешного проведения статистического анализа, необходимо грамотно спланировать порядок проведения и четко обозначит задачи. Понимание принципов статистики необходимо для корректной постановки задачи для обработки данных.

Статистический анализ - это расчет статистических показателей, описывающий изучаемые явления, выявляющий их динамику, структуру, а также взаимосвязь с иными явлениями, закономерностями, прогнозами на будущее. Статистические знания являются основополагающими уже во время планирования эксперимента, с целью получения в ходе него достоверной информации.

На этапе планирования эксперимента определяют какого типа переменные будут использованы в работе. Данные переменные делятся на два класса: количественные и качественные. Диапазон возможных значений для каждой переменной зависит от шкалы измерений. Выделяют четыре основных шкалы:

- ординальную;
- интервальную;
- рациональную;
- номинальную.

Номинальная шкала или шкала «названий» содержит только условные обозначения, описывающие некоторые классы объектов, такие как «специализация сотрудника». Данная шкала подразумевает, что переменная принимает значения, между которыми невозможно определить количественные зависимости. Поэтому невозможно установить математическое отношение между доцентом и страшим научным сотрудником. Абсолютно произвольными являются

условные числовые обозначения, которые предназначены только для обработки информационными системами. Отдельные категории в номинальной шкале выражаются процентами, количествами или долями наблюдений.

Порядковая или ординальная шкала предусматривает выстраивание отдельных категорий по убыванию или возрастанию. Пример порядковой шкалы в университетской статистике – это градация научных степеней или должностей. В этом случае степени могут быть выстроены по возрастанию, исключая возможность определения количественных связей, то есть расстояние между рассматриваемыми значениями, измеренными в порядковой шкале, не имеет значения или неизвестна. При установленном порядке следования значений переменной «должность» невозможно определить, во сколько раз «доцент» отличается от «лаборант».

Рациональная и интервальная шкалы являются количественными типами данных. Интервальная шкала определяет, отличие одного значения переменной от абсолютного нуля. Рациональная шкала или шкала отношений имеет единственную точку отсчета и располагает только положительными значениями.

Все количественные переменные могут являться дискретными или непрерывными. При выборе метода статистического анализа решающее значение имеют указанные различия в результатах экспериментов. Критерий хи-квадрат используется для номинальных данных. Тест Стьюдента подразумевает непрерывность переменной (интервальной либо рациональной).

После выбора типа переменной, осуществляется формирование выборки. Выборка - это совокупность относящихся к определенному классу объектов. Необходимость исследования всех объектов данного класса является целью получения абсолютно точных данных, но на практике исследуется только часть объектов, являющаяся выборкой. Статистический анализ позволяет распространять на все объекты полученные закономерности с определенной точностью.

Ряд требований регламентирует создание выборки, для избежания ошибочных выводов из результатов исследования. Большую роль играет объем выборки. От него зависит точность оценки исследуемых параметров. Выборка должна быть репрезентативной для выполнения переноса результатов исследований в целом на объекты. Репрезентативность – это отражение всех существенных свойств выборки, встречающихся с той же частотой, что и среди всех исследуемых объектов.

Выборки могут быть сформированы различными путями. Например, созданием необходимого количества объектов (или выборочной рамки) с помощью генератора случайных чисел. При выборе начальной точки случайным образом в выборочной рамке, а после - каждой 2й, или 5й точки, получается интервальная выборка. При этом интервальная выборка не случайна, поскольку не исключается возможность повторений данных в пределах выборки.

Существует стратифицированная выборка, в которой исследуемые объекты состоят из отличных друг от друга групп, воспроизводимых в эксперименте. Необходимо избегать избыточного балансирования выборки при данном подходе, поскольку мала вероятность обнаружения различий или связей в данных.

Также применяются кластерные и квотные выборки. Кластерная выборка используется в случае затрудненного получения полной информации о выборочной рамке, вызванного ее размерами. В этом случае выборка формируется из некоторых групп, входящих в объекты исследования. Квотная соответствует стратифицированной выборке, но предполагает различие распределения объектов внутри выборки с распределением среди всех объектов.

Способы формирования выборки подразумевают высокую вероятность статистических ошибок первого и второго рода. Эти ошибки обуславливаются изучением не всех объектов, а только их части. Ошибка первого рода – является отклонением нулевой гипотезы при её верности. Нулевой гипотезой является предположение, что все изучаемые группы принадлежат одной генеральной совокупности, и различия или связи между ними случайны. В данном случае

можно говорить, что ошибка первого рода свидетельствует о ложноположительном результате.

Ошибкой второго рода называют неверное отклонение для альтернативной гипотезы, в которой полагают что различия или связи между группами оюъектов обусловлены влиянием изучаемых факторов, а не случайным совпадением. Ошибка второго рода связана с понятием мощности, описывающим эффективность определенного статистического метода в рассматриваемых условиях. Формула вычисления Мощность выглядит следующим образом:

$$1-\beta, \qquad (1)$$

где β — вероятность ошибки второго рода.

Рассматриваемый показатель в большей степени зависит от объема выборки. Это значит, что вероятность ошибки второго рода ниже, а мощность статистических критериев — выше, при исследовании больших групп данных. Эта зависимость квадратичная, что означает падение мощности в четыре раза при уменьшении числа объектов в выборке в два раза. Минимальная допустимая мощность, как правило, составляет 80%, а допустимый уровень ошибки первого рода — 5%. Тем не менее, границы могут быть обозначены произвольно и изменяться согласно характеру и целям исследования. Обычно произвольно меняется только значение мощности, тогда как уровень ошибки первого рода в большинстве случаев не превышает 5%.

Определение переменных исследования и формирование выборки среди исследуемых объектов имеют прямое отношение к планированию исследования. Существует два основных типа статистических техник: доказательные и аналитические (описательные). Аналитические методы позволяют представить данные в удобном и легком для восприятия виде. К ним относят графики, таблицы, частоты (абсолютные и относительные), меры центральной тенденции (средние, медианы, моды), а также меры распределения данных (стандартное

отклонение, дисперсия, межквартильный интервал и т.д). Аналитические методы используются для характеризации изучаемых выборок.

Один из частых способов описания количественных данных — это определение следующих показателей:

- объем выборки или количество наблюдений в ней;
- среднее арифметическое;
- стандартное отклонение переменных.

Стандартное отклонение переменных и среднее арифметическое являются мерами центральной тенденции и разброса в небольшом числе выборок. В таких выборках у большинства объектов значения отклонены от среднего с равной вероятностью, а их распределение является нормальным. Если же значения переменной относительно центра расположены несимметрично, то группы описываются с помощью медианы и квантилей (процентилей, квартилей, децилей).

После описания исследуемых групп, как правило определяют их взаимоотношения и возможность обобщить результаты исследования на исследуемую предметную область. В этом случае используются доказательные методы. Данный этап работы связан с тестированием статистических гипотез. Задачи, связанные с тестированием гипотез, делят на две группы: первая группа определяет наличие различий между группами по уровню некоторых показателей, вторая группа - наличие связей между двумя или более показателями.

Если же изучаемая переменная является качественной, и осуществляется сравнение двух групп, используется критерий хи-квадрат. Однако, этот широко известный критерий зачастую оказывается недостаточно эффективным, когда количество наблюдений мало. Чтобы решить данную проблему используется точный метод Фишера или поправка Йейтса на непрерывность. При изучении количественной переменной используют из двух существующих видов статистических критериев. Критерий первого вида оперирует параметрами исследу-

емой совокупности и основан на типе ее распределения. Критерии, базируемые на предположении о нормальном распределении, называют параметрическими. Другие критерии, не базирующиеся на типе распределения выборки, называют свободными от распределения. Однако, поскольку наличие непараметрического критерия обуславливает одинаковое распределение во всех исследуемых группах, возможно получение ложноположительных результатов.

К данным, полученным из совокупности с нормальным распределением применяют два параметрических критерия: t-тест Стьюдента и F-тест Фишера. Непараметрических критериев, в отличие от параметрических, значительно больше. Критерии различаются по допущениям, по статистической мощности, по сложности вычислений и т. п. Но наиболее приемлемыми в большом количестве случаев считаются критерии Вилкоксона (для связанных групп) и Манна-Уитни, который также называем критерием Вилкоксона для независимых выборок. Эти тесты не требуют предположения о типе распределения данных, и при нормально распределении внутри выборке их статистическая мощность отличается от таковой для теста Стьюдента несущественно.

Одним из ключевых понятий статистического анализа является понятие доверительной вероятности. Доверительной вероятностью называют величину, принятую в качестве границы между вероятным и маловероятным событиями. Максимально допустимая доверительная вероятность равна величине 0,05. Величина доверительной вероятности определяет максимально допустимую вероятность возникновения ошибки первого рода для исследователя. Уменьшение ее уровня обозначает ужесточение условий проверки гипотез и увеличение возможности возникновения ошибок второго рода. Поэтому выбор величины доверительной вероятности необходимо осуществлять с учетом ущерба от ошибок.

2. Статистический анализ

Статистические методы анализа используются для определения взаимосвязей и структур в данных. Эти методы подразделяются на количественные и категориальные. Количественные данные являются непрерывными и измеряются по средством интервальной шкалы, либо с помощью шкалы отношений. Категориальные данные – являются качественными данными с ограниченным числом категорий и уникальных значений. Существует два вида категориальных данных: номинальные и порядковые.

Статистические методы делятся на одномерные и многомерные. Одномерные применяются в случае оценки выборки единым измерителем. Как правило одномерные методы классифицируются на основе метрических или неметрических характеристик данных. Метрические данные относятся к интервальной или относительной шкале. Неметрические к номинальной или порядковой шкалам. Деление на классы осуществляется посредством определения количества выборок, которое зависит от принципа работы с данными.

Рис. 1. Одномерные статистические методы

Рассмотрим некоторые одномерные статистические методы из представленных на Рис. 1.

2.1. Однофакторный дисперсионный анализ

Дисперсионный анализ является по своей сути изучением влияния одного или нескольких факторов на исследуемый признак. Однофакторный дисперсионный анализ применяется для случаев, когда существует три или более независимых выборок, полученных из одной совокупности посредством изменения независимого фактора, для которого не существует количественных измерений по какой либо причине. Полагается что эти выборки имеют разные выборочные средние и одинаковые выборочные дисперсии. Ставится задача подтверждения гипотезы: оказывает ли исследуемый фактор существенное влияние на разброс выборочных средних или же разброс выборочных средних является чисто случайным, по причине недостаточного объема выборок. Иначе можно сказать, если выборки принадлежат одной генеральной совокупности, то между этими данными имеются разброс, который должен быть не больше разброса данных внутри этих выборок.

Вариационный ряд

Вариацией называют различие значений какого-либо признака у разных элементов рассматриваемой совокупности в один и тот же момент времени. Причиной вариации является совокупное влияние нескольких разнообразных факторов, которые сочетаются различными способами, на признак в каждом отдельном случае. Этим выражается объективность величины каждого варианта.

Вариационным рядом называют распределение единиц совокупности в частых случаях по возрастающим значениям признака. Выделяют несколько форм вариационных рядов: ранжированный ряд – является перечнем отделенных элементов совокупности в порядке возрастания (или убывания) рассматриваемого признака; дискретный вариационный ряд – состоит из определенных значений варьирующего признака x и числа элементов совокупности с определенных значением f-признака частот и является таблицей; интервальный ряд – задается интервалами, характеризующимися интервальной частотой t. Вариа-

ционный анализ проверяет существенность влияния изменений независимых переменных на зависимые.

При проведении анализа данных стоит необходимость определения достаточности значимости результатов исследования. Для решения данной задачи используются статистические гипотезы.

Гипотезами называют теории или предположения, выдвигаемые исследователем в отношении определённых характеристик генеральной совокупности, которые он считает подлежащими обследованию. Применяя методы статистики, проводятся попытки установления существования доказательств, подтверждающих выдвигаемые гипотезы. В результате проверки статистических гипотез становится возможным расчёт вероятности наступления какого-либо требуемого события. Но в связи с возможностью существований условий отсутствия полной информации (часто происходит в случаях использования данных выборки) всегда существует определённая вероятность неверного заключения.

Выдвижение гипотезы (нулевой или альтернативной)

Под нулевой гипотезой (H_0), подразумевают утверждение, констатирующее факт отсутствия различий или воздействий в исходные данные. Ее основное предназначение заключается в определении согласованностей исходных данных и выдвинутых предположений. Перед исследователем встает необходимость формулирования нулевой гипотезы таким образом, чтобы отрицание нее привело к желательному исходу. Предназначение альтернативной гипотезы (H_a) заключается в определении согласованности между данными с нулевой гипотезой и ее опровержение.

Перед работой с основными критериями необходимо установить правила принятия решений для проверки статистических критериев. Правила необходимы для подтверждения или опровержения нулевой гипотезы. Также эти правила обозначают "уровнями значимости" (a), которые являются показателями качества проверки гипотез статистическими методами и характеризуют вероятность неверного заключения. Так как любое решение основанное на ограничен-

ном ряде наблюдений, зачастую сопровождается принятием ошибочного решения, в связи с чем остается не мало важным определение величины вероятности этого события. Вероятность ошибочного отрицания проверяемой гипотезы H_0 обычно задается величиной «а» при ограниченном объеме выборки.

Критерии для проверки гипотез о средних величинах (Z-критерий и t-критерий).

Статистическая проверка гипотезы о средней величине осуществляется с помощью Z-критерия, который используется в случае, если выборка достаточно большая (n > 30). Для малой выборки (n < 30) используется ί-критерий Стьюдента с (n – 1) степенями свободы (n – объем выборки). Для проверки гипотез о двух и более выборочных средних производится оценка различий между средними величинами:

- t-критерий для одной выборки
- t-критерий (t-test) – одномерный метод проверки гипотез, использующий ί-распределение. Применяется, если стандартное отклонение неизвестно и размер выборки мал.
- t-распределение (t-statistic) – распределение Стьюдента, симметричное колоколоподобное распределение, используемое для проверки выборок небольшого размера. При большом количестве наблюдений стремится к нормальному распределению.
- t-критерий для одной выборки позволяет проверить гипотезу о равенстве выборочного среднего некоторому заданному числу.

В так называемых одновыборочных t-критериях наблюдаемое среднее X (вычисленное по реализации выборки) сравнивается с ожидаемым (или эталонным) средним выборки μ (т.е. с некоторым теоретическим средним):

$$H_0: \acute{X} = \mu \qquad (1)$$

$$H_1: \acute{X} \neq \mu \qquad (2)$$

Статистика критерия:

$$t = \frac{\acute{X}-\mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \frac{\acute{X}-\mu}{S_x} \quad (3)$$

имеет t-распределение Стьюдента с (n– 1) степенью свободы.

Выборочное стандартное отклонение s оценивается по наблюдаемой реализации выборки:

$$y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_1-\acute{X})^2}{n-1}} \quad (4)$$

Полученную величину t проверяют на факт попадания в критическую область (которое можно найти в таблицах). В случае когда величина t попадает в критическую область, говорят: H_0 отвергается на уровне «a» в пользу альтернативы:

t-критерий для двух независимых выборок

t-критерий для двух независимых выборок (двух выборочный f-критерий) проверяет гипотезу о равенстве средних в двух выборках с условием нормальности распределения переменных и равенства дисперсий выборок).

$$H_0: \acute{X}_1 = \acute{X}_2 \quad (5)$$

$$H_0: \acute{X}_1 \neq \acute{X}_2 \quad (6)$$

$$t = \frac{\acute{X}_1-\acute{X}_2}{5\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}} - t_{(n_1+n_2-2)} \quad (7)$$

$$S = \sqrt{\frac{(n_1-1)*s_1^2+(n_2-1)*s_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad (8)$$

Алгоритм принятия решения отклонения или его отрицания для нулевой гипотезы аналогичен рассмотренному ранее (одно выборочный t-критерий).

t-критерий для двух зависимых выборок

t-критерий для двух зависимых (парных) выборок применяется, например, для оценки эффективности работы предприятия в разные годы или после каких-то нововведений. Нулевая гипотеза также гласит об отсутствии различий (среднее значение разности наблюдений в двух группах равно нулю).

$$H_0: \bar{z} = 0 \qquad (9)$$

$$H_1: \bar{z} \neq 0 \qquad (10)$$

$$t = \frac{\bar{z}}{s_{z/\sqrt{n}}} - t_{n-1} \qquad (11)$$

$$y_z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(z_i - \bar{z})^2}{n-1}} \qquad (12)$$

Алгоритм принятия решения об отклонении или не отклонении нулевой гипотезы аналогичен рассмотренному выше.

Z-Критерий для одной выборки

Z-критерий используется с целью выводов на основе данных выборки относительно средней величины в генеральной совокупности, при условии соблюдения двух основных условий:

- Нормальность распределения переменной в генеральной совокупности;
- Достаточно большой объем выборки.

Z-Критерий основан на стандартном нормальном распределении и рассчитывается следующим образом:

$$Z = \frac{\tilde{X} - \bar{X}}{S_x} \qquad (13)$$

где $\tilde{X}$ – выборочная средняя;

$\bar{X}$ – генеральная средняя по H0;

S_x – стандартная ошибка оценки средней величины.

При этом средняя ошибка оценки равна

$$S_x = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \quad (14)$$

Стандартное отклонение $y_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$ (15),

где n – объем выборки.

Z-критерий для двух независимых выборок

Для проверки значимости различий используют Z-критерий:

$$Z = \frac{|\tilde{X}_1 - \tilde{X}_2| - |\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{S_{x_1 * x_2}} \quad (16)$$

где $|\tilde{X}_1 - \tilde{X}_2|$ – разница между средними в первой и второй выборках;

$|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|$ – разница между средними по нулевой гипотезе;

$S_{x_1 * x_2}$ – стандартная ошибка различий между двумя средними.

Критерии согласия – критерий для одной выборки

Критериями согласия являются ряд показателей для оценки случайности или существенности расхождений между частотами эмпирического и теоретического распределений. Критерий Пирсона является одним из основных и наиболее распространенных показателей:

$$\chi^2 = \sum_{i=1} \frac{(O_i - E_i)}{E_i} \quad (17)$$

где O_i – наблюдаемая частота в каждой категории;

E_i – ожидаемая частота.

К. Пирсоном найдено распределение величины χ^2 и составлены таблицы, позволяющие выявить предельное верхнее значение при заданном уровне значимости и числе степеней свободы, значение которого в общем случае равно количеству наблюдений за вычетом числа ограничений, необходимых для расчета статистической характеристики. Если фактическое значение χ^2 меньше табличного, то расхождения между эмпирическими и теоретическими частотами считаются случайными, а гипотеза о принятом законе распределения принимается.

2.2. Многомерные статистические методы

Многомерные статистические методы используются для анализа данных, при условии того, что для оценки данных элементов выборки используются более одного измерителей и анализ проводится одновременно. Многомерные методы отличаются от одномерных смещением центра внимания с уровня средних показателей, происходит сосредоточивание взаимосвязей (корреляции или ковариации) между рассматриваемыми явлениями.

Многомерные статистические методы применяются для анализа данных, в случае, если оценка каждого элемента выборки использует более одного измерителей и анализ проводится одновременно. Основная задача данных методов это определение одновременных взаимосвязей между множеством явлений.

Рис. 2. Многомерные методы статистического анализа

Корреляционный анализ

Существующая между переменными функциональная связь, может проявляться в возможности определении одной переменной, как функции он другой. Однако, между рассматриваемыми переменными могут существовать и иные связи, которые проявляются в первую очередь в том, что одна из них переменных изменяет свой закон распределения, как следствие реакции на изменение другой переменной. Такая связь является стохастической. Она появляется в том случае, когда имеются общие случайные факторы, влияющие на обе переменные. Коэффициент корреляции (r), изменяющийся в пределах от –1 до +1 используется в качестве меры зависимости между переменными. Отрицательность коэффициента корреляции означает, что связь между переменные обратная (увеличение одной, влечет уменьшений другой). Коэффициент корреляции равен 0 в случае независимости переменных. Существующая между переменными связь объясняется отличием коэффициента корреляции от нуля. Зависимость усиливается с приближением коэффициента к единице. Коэффициент корреляции принимает свои предельные значения +1 или -1, только в случае линейной зависимости между переменными. Корреляционный анализ дает возможность установить силу и направление стохастической взаимосвязи между рассматриваемыми переменными. Корреляционный анализ осуществляется

посредством вычисления коэффициента корреляции Пирсона в случае измерения переменных в интервальной шкале (минимум) и отношения к нормальному распределению, в противном же случае используются корреляции Спирмена, тау Кендала, или Гамма.

Регрессионный анализ

Основная задача регрессионного анализа заключается в исследовании взаимосвязи одной случайной переменной от одной или нескольких других случайных переменных. Первая переменная называется зависимой, а остальные – независимыми. В зависимости от решаемой задачи, выбор или назначение зависимой и независимых переменных является сугубо произвольным по решению исследователя. Факторы –независимые переменные, также регрессоры или предикторы, в тоже время зависимая переменная называется откликом или результативным признаком.

Регрессия называется простой, или однофакторной, в случае если число предикторов равно 1, если же их число больше 1, то регрессия называется множественной или многофакторной. Регрессионная модель в общем случае описывается следующим образом:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \qquad (18)$$

где y – зависимая переменная (отклик),

x_i (i = 1,…, n) – предикторы (факторы),

n – число предикторов.

При использовании регрессионного анализа возникает возможность решения ряда важных для исследуемой проблемы задач:

Уменьшение размерности факторного пространства, путем замены части факторов откликом. Более подробно и полно данную задачу можно решить при помощи факторного анализа.

Множественная регрессия, являющаяся количественным измерением эффекта каждого из факторов, помогает исследователю правильно выбрать факторы для исследования и определить их зависимости. Воздействие отдельных факторов на отклик ставится более явным, в связи с чем возникаем лучшее понимание природы изучаемых явлений и экспериментов.

Регрессионный анализ, в представлении вычисления прогнозных значений отклика при определенных значениях факторов, создает базу для вычислительного эксперимента с целью получения явных зависимостей между компонентами рассматриваемого объекта.

В регрессионном анализе в более явную форму имеет причинно-следственные механизмы. Прогнозы однозначно лучше поддаются содержательной интерпретации.

Канонический анализ

Канонический анализ используется между двумя списками признаков (независимых переменных) с целью нахождения зависимостей, характеризующих данные объекты. Канонический анализ представляет собой обобщения множественных корреляций, что можно интерпретировать мерами связи между одной переменной и множеством других переменных. Множественная корреляция является максимальной корреляцией между одной переменной и линейной функцией некоторых других переменных. Зачастую достаточным является ограничение в рассмотрении лишь небольшого числа самых коррелированных линейных комбинаций из выбранных множеств. Если первое множество переменных будет состоять из признаков $y_1, \ldots, y_p$, и в это же время второе множество будет состоять из – $x_1, \ldots, x_q$, то как следствие, взаимосвязь между данными множествами можно будет оценить корреляцией между линейными комбинациями $a_1y_1 + a_2y_2 + ... + a_py_p$, $b_1x_1 + b_2x_2 + ... + b_qx_q$, что является канонической корреляцией. Задачей канонического анализа является нахождение весовых коэффициентов при условии максимальности каноническая корреляция.

Методы сравнения средних

В случаи отличия среднего результата некоторого признака одной серии экспериментов от среднего результата другой серии встречаются часто. Поскольку средние это результаты измерений, то они всегда различаются, остаётся лишь вопрос в объяснении обнаруженного расхождения средних неизбежными случайными ошибками эксперимента или определенными иными причинами. Критерий Стьюдента (t-критерий) может быть применен в случае сравнения двух средних. Это критерий является параметрическим, поскольку предполагается нормальность распределения признака в каждой серии экспериментов. Одним из способов основных способов выявления зависимостей между переменными признаками, характеризующими исследуемую совокупность объектов (наблюдений эксперимента), является сравнение результата средних. При верности гипотеза о неравенстве средних некоторой зависимой переменной в подгруппах, в условии что разбиение объектов исследования на подгруппы происходит с использованием категориальной независимой переменной (предиктора). Дисперсионный анализ является одним из основных методов сравнения средних. В случае использования дисперсионного анализа, категориальный предиктор обычно имеет название фактора. Дисперсионный анализ определяется параметрическим, статистическим методом, предназначение которого в оценке влияния различного рода факторов на результаты эксперимента и также для их планирования в будущем. Это является причиной возможности исследования зависимостей количественного признака от одного или более признаков факторов (качественных) при помощи дисперсионного анализа. В случае рассмотрения одного фактор - применяется однофакторный дисперсионный анализ, в ином случае используются многофакторный дисперсионный анализ.

Частотный анализ

Одним из самых простых методов анализа категориальных переменных являются таблицы частот (иными словами одновходовые таблицы). Таблицы частот часто используются с целью исследования количественных переменных, однако интерпретация результатов может вызывать затруднения. Данный вид

статистического исследования рассматривают в роли разведочного анализа, для определения распределения в выборке различных групп наблюдений, или выяснить распределение значений признаков на интервале между минимальным и максимальным значением. Зачастую данные таблицы частот при помощи гистограмм иллюстрируются графически.

Кросстабуляцией (сопряжением) называется процесс объединения двух (порой и нескольких) таблиц частот таким образом, чтобы каждая ячейка в построенной таблице представляла собой единственную комбинацию значений или уровней переменных табуляции. Кросстабуляция дает возможность совмещения частоты появления наблюдений различными уровнями рассматриваемых факторов. При помощи исследование структуры рассматриваемой связи возможно выявить связи между табулированными переменными. В стандартной ситуации для табуляции применяют категориальные или количественные переменные с относительно небольшим числом значений. В случае задачи табулирования непрерывной переменной, следует вначале провести ее перекодирование, путем разбиения диапазонов изменения на небольшое число интервалов.

Анализ соответствий

Анализ соответствий содержит более мощные описательные и разведочные методы анализа двухвходовых и многовходовых таблиц по сравнению с частотным анализом. Данный метод дает возможность исследовать структуру и взаимосвязь группирующих переменных, включенных в таблицу сопряженности. В рамках классического анализа соответствий в таблице сопряженности следует стандартизировать (нормализовать) частоты таким образом, чтобы сумма элементов во всех ячейках таблицы была равна единице. Она из основных целей анализа соответствий заключается в представлении содержимого таблицы относительных частот в виде расстояний между отдельными строками и/или столбцами таблицы с условием рассмотрения пространства более низкой размерности.

Кластерный анализ

Кластерным анализом называют методы классификационного анализа; основная задача которого заключается в разбиении множества исследуемых объектов и признаков на однородные в различных смыслах группы, или как их ещё называют - кластеры. Данных статистический метод является многомерным, из этого следует, что не запрещается брать исходные данные больших объемов, то есть превосходить может как количество объектов исследования так и признаков, описывающих рассматриваемые объекты. Основное преимущество и достоинство кластерного анализа заключается в возможности производить разбиение объектов не по только по одному единственному признаку, а по целому ряду. Кластерный анализ в отличие от множества математико-статистических методов не ограничивает рассматриваемые объекты и позволяет исследовать множество исходных данных совершенно различных и даже произвольной природы. Кластеры являются группами однородности, из этого складывается основная задача кластерного анализа: руководствуясь признаками объектов попытаться разбить их множество на m (m – целое) кластеров таким образом, чтобы каждый из объектов принадлежал единственной группе разбиения. При этом должна удовлетворяться однородность объектов, принадлежащие одному кластеру, в противовес разнородности объектов из различных кластеров. Сходство между объектами кластеризации возможно представить в виде точек в n-мерном пространстве признаков (n – количество признаков) в виде понятия расстояния между ними.

Дискриминантный анализ

Дискриминантный анализ содержит статистические методы классификации многомерных наблюдений при условии наличия обучающих выборок. Данный анализ является многомерным, поскольку в нем используется несколько признаков объекта и не ограничений на количество признаков, рассматриваемых в эксперименте. Целью дискриминантного анализ является измерение различного вида характеристик объекта для его дальнейшей классификации, иными словами отнести их к одной из рассматриваемых групп (классов) относи-

тельно оптимальным способом. Существует предположение о том, что исходные данные содержат категориальную переменную как и признаки объектов, которая определяет принадлежность объекта к определенной группе. Исходя из этого дискриминантный анализ предусматривает проверку непротиворечивости классификации, проведенной методом, с исходной эмпирической классификацией. Под оптимальным способом предполагается либо минимум математического ожидания потери, или минимум вероятности ложной классификации. В большинстве случаем задача различения (дискриминации) формулируется следующим образом. Результатом наблюдения над объектом является построение k-мерного случайного вектора $X = (X_1, X_2, \ldots, X_k)$, где $X_1, X_2, \ldots, X_k$ – признаки объекта. Необходимо установить правило, согласно которому X объект относят к одной из возможных совокупностей i ($i = 1, 2, \ldots, n$) по значениям координат вектора. Методы дискриминации подразделяют на параметрические и непараметрические. В параметрических говорится о том, что распределение векторов признаков в каждой совокупности нормально, но нет информации о параметрах этих распределений. Непараметрические же методы не требуют знаний о точном функциональном виде распределений и дают возможность решить задачи дискриминации на основе незначительной априорной информации о совокупностях, что является особенно ценно для практических применений. Независимые переменные–признаки предполагается что измерены как минимум в интервальной шкале и распределение соответствует нормальному закону, при этом есть необходимость воспользоваться классическим дискриминантным анализом, в противном случае – методом общие модели дискриминантного анализа.

Факторный анализ

Факторный анализ является достаточно популярным многомерным статистическим методом. Факторный анализ классифицирует признаки (переменные) которые описывают наблюдения, в отличие от кластерного и дискриминантного методов. Основной целью факторного анализа является сокращение числа переменных на путем их классификации и определения взаимосвязей между

ними. При использовании техники выделения скрытых (латентных) общих факторов достигается снижение количества факторов, определяющих связи между исследуемыми признаками объекта, то есть существует возможность вместо исходного набора переменных исследовать данные по выделенным предопределенным факторам, число которых значительно меньше начального числа взаимосвязанных переменных.

Деревья классификации

Методом деревья классификации обозначают метод классификационного анализа, предсказывающий принадлежность объектов к определенному классу в зависимости от значений его характеризующих признаков. Признаки являются независимыми переменными, а переменная принадлежности к конкретному классу называется зависимой. Деревья классификации, в отличие от дискриминантного классического анализа, способны осуществлять одномерное ветвление по переменными разных типов, таких как категориальные, порядковые и интервальные. Также в классификационных деревьях не накладываются ограничения на закон распределения количественных переменных. Поэтому метода, как и дискриминантный анализ, поддерживает возможность анализировать вес отдельных переменных во всей процедуре классификации. Так как деревья классификации могут иметь комплексную и сложную структура, то следует использовать специальные графические процедуры, позволяющие упрощать интерпретацию результатов. Возможности их графического представления и простоты определения объясняют большую популярность данного метода в различных прикладных областях. Одно из наиболее важных отличительных свойств классификационных деревьев – их иерархичность. Структура метода позволяет пользователю иметь возможность управлять параметрами и строить деревья произвольной сложности с целью минимизации ошибок классификации. Но также в уже построенных сложных деревьях из-за большого количества решающих правил становится трудно классифицировать новый объект. Именно по этой причине при использовании данного метода остается важным соблюдать компромисс между сложностью метода классификации и структу-

рой готового дерева. Метод деревьев классификации рекомендуют использовать как вместо, так и в совокупности с другими традиционными методами классификации в виду широкой сферы их применения и наличия большого числа инструментов. Особенно данный метод популярен в качестве проведения разведочного анализа или как единственное средство классификации при невозможности провести классификацию традиционными методами.

Многомерное шкалирование

Метод многомерного шкалирования часто рассматривают как альтернативу традиционному методу факторного анализа, в котором сокращение числа переменных достигается через выделение латентных или непосредственно ненаблюдаемых факторов, которые объясняют связи между исследуемыми переменными. Целью многомерного шкалирования является поиск и определение латентных переменных, что позволяет пользователю объяснить связи и сходства между объектами, которые могут быть заданны точками в исходном пространстве. Одним из показателей сходства между объектами являются расстояния или степени связи между ними. Если в факторном анализе сходства для переменных выражаются через матрицу коэффициентов корреляций, то в многомерном шкалировании в подавляющем числе случаев в качестве начальных данных используют матрицы сходства объектов произвольных типов: расстояния, корреляции и т.п. Хотя между этими методами существует немало сходств, методы факторного анализа и многомерного шкалирования имеют ряд существенных отличий. Факторный анализ подразумевает, что исследуемые данные подчиняются многомерному нормальному распределению, а все зависимости являются линейными. Метод многомерного шкалирования таки ограничений не накладывает, оно может быть применим при задании для объектов матрицы попарных сходств. В результате факторный анализ стремится получить в конце больше факторов или латентных переменных по сравнению с методом многомерного шкалирования, которой приводит в более простой интерпретации решений. Но более существенно то, что многомерное шкалирование применяется к любым типам расстояний или сходств, тогда как традиционный факторный

анализ предполагает использование в качестве исходных данных корреляционная матрицы переменных или ее вычисление по по файлу исходных данных перед осуществлением анализа. Основное предположение метода многомерного шкалирования заключается в существовании некоторого метрического пространства существенных или базовых характеристик, которые неявно служат основой для полученных эмпирическим путем данных о расстоянии между парами объектов. Следовательно, данные объекты могут быть представлены как точки в некотором пространстве. Предполагают, что между более близкими (по исходной матрице) объектами располагаются меньшие расстояния в пространстве в исследуемом пространстве базовых характеристик. Поэтому метод многомерного шкалирования считают совокупностью методов анализа эмпирических данных о расстояниях или близости между объектами, для которых определяется размерность пространства характеристик этих объектов, и конфигурируется совокупность точек в пространстве, существенных для данной содержательной задачи. Это пространство, называемое многомерной шкалой, аналогично обычным используемым шкалам, так как значения существенных характеристик исследуемых объектов соответствуют определенным позициям на осях пространства.

3. Объект и методы исследования

Объектом моего исследования являются подразделения ТПУ, такие как институты и кафедры. В своей работе я исследую факторы влияющие на результативность и эффективность работы рассматриваемых подразделений. Для этого использовались методы статистического анализа: факторный анализ, кластерный анализ, корреляционный анализ и регрессионный анализ. Данные методы позволяют выявить влияние и взаимозависимости между факторами.

Первым этапом проводимого исследования было подсчет рейтинга кафедр на основании предоставленных нам показателей результативности, определенных аналитическим отделом ТПУ. Для визуализации результатов, необходимо было разработать интерактивный отчет в среде разработки Oracle BI Publisher. Среда разработки Bi Publisher была задана как требование при постановке задачи, поскольку она имеет большую интеграцию с другими сервисами компании Oracle, используемые в вузе.

Oracle BI Publisher – один из модулей аналитической платформы Oracle Business Intelligence Enterprise Edition. Средство Oracle BI Publisher предназначено для генерации отчетов, получая данные из различных источников. В отличие от OracleBI Answers, Publisher не предназначен для создания произвольных запросов, но может использовать запросы, сформированные в OracleBI Answers для создания отчетных форм.

Это средство по возможностям можно сравнить с Crystal Reports, но использование в комплекте с другими инструментами Oracle BI, такими, например, как Oracle BI Delivers, позволяет использовать это средство более интенсивно и с меньшими трудозатратами на создание отчетов, чем Crystal Reports.

Встроенных функций Oracle BI Publisher, которые не требуют программирования, довольно много. Существует возможность создавать простые текстовые отчеты и сложные: с расчетной графикой, множеством страниц и раз-

личным форматированием. Использование шаблона MS Word и PDF позволяет легко форматировать отчеты таким образом, как это необходимо для конкретной задачи. А запуск механизма Oracle BI Delivers позволяет получать созданные отчеты по электронной почте или выкладывать в автоматическом режиме.

Данные для построения отчета хранятся в специальном репозитории. Возможности репозитория позволяют создавать метаслой, который будет предоставлять доступ к физической структуре данных, скрывая ее от пользователей. При этом используется единый пароль к репозиторию, без необходимости давать пользователю пароли ко всем источникам, которые могут быть различного вида: от файлов XML, до объединения данных из разных СУБД или Web-сервисов, расположенных в сети интернеты.

Аналитическим отделом ТПУ было установлено, что для подсчета рейтинга результативности подразделений вуза необходимо использовать следующие показатели: сумма средств полученных за выполнение эффективного контракта, учебная нагрузка и сумма внебюджетных начислений. Для каждого из показателей также были введены коэффициенты значимости, показывающие степень. Каждый из показателей имеет коэффициент, показывающий его степень значимости в общем рейтинге. Для предоставления более полной и детальной информации о рейтинге кафедр, учитываются: количество ставок, количество подразделений, сумма начислений по внебюджетным средствам и сумма выплат по эффективному контракту.

В университете на данный момент существует несколько систем, предназначенных для сбора данных по выполнению критериев результативности согласно действующему эффективному контакту. Данные по некоторым критериям собираются автоматически, при помощи компонентов личного кабинета, а по другим критериям данные заносятся в систему ответственными лицами из числа сотрудников.

В конце каждого квартала года, данные из системы проходят обработку и экспортируются в репозиторий для дальнейшей обработки и преобразований.

Одновременно с этим, все данные собираются в репозиторий Bi Publisher и используются для построения отчетов.

Отчет формируется по средствам SQL функции, агрегирующей большой массив данных по определенным показателям и критериям. Показатель суммы средств полученных за выполнение эффективного контракта определяет собой сумму выплаченных денег в течении текущего к выборке периода времени, распределенную по количеству ставок (в главном и подчиненных подразделениях). Показатель учебной нагрузки определяется также суммой распределенной по количеству ставок на период от начала года до текущего дня. Сумма внебюджетных начислений определяется суммой начислений, распределенной по количеству ставок на текущий период с начала года.

4. Расчеты и аналитика

На основе представленных аналитическим отделом ТПУ данных, была изучена технология создания и составлен интерактивный отчет в среде Oracle BI Publisher.

Интерфейс данного отчета представляет собой таблицу со всей информацией о кафедрах, для задания параметров расчета используются несколько элементов управления разного вида: поле для ввода, поле с выпадающим списком (Рис. 3). Для реализации возможности выбора периода рейтинга создан элемент выпадающий список с названием «Конец периода». В данном поле даты выбираются с шагом в каждые три месяца (по кварталам года). Поля для ввода (с именами k_1, k_2, k_3 соответственно) необходимы для задания коэффициентов значимости каждого из показателя.

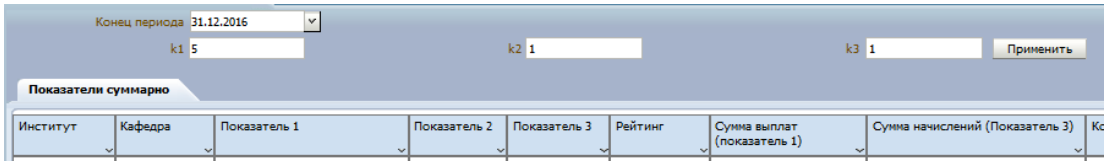
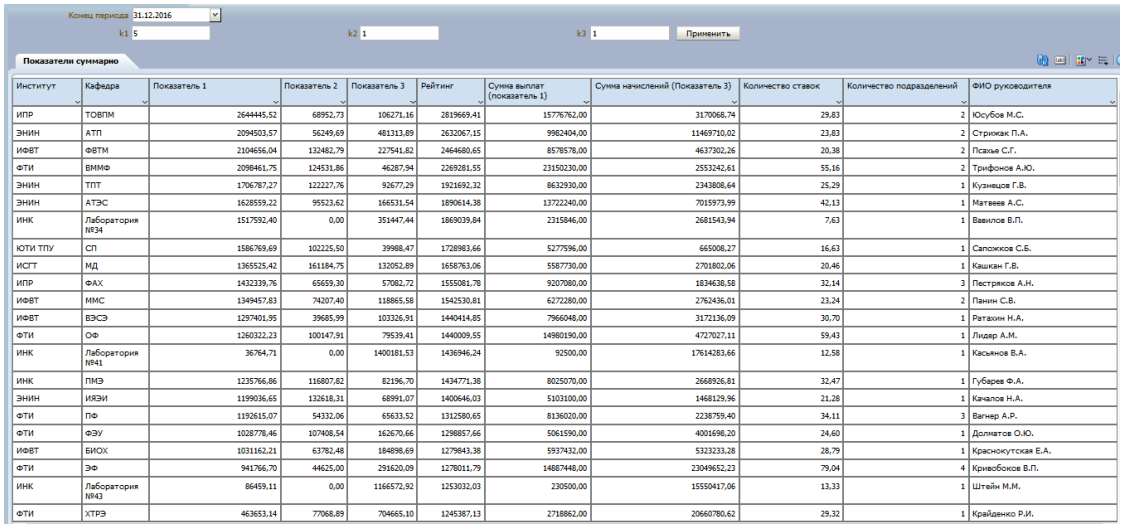


Рис. 3. Элементы управления интерфейса приложения отчета по рейтингу подразделений

Каждый из столбцов таблицы имеет встроенную возможность сортировки по значениям (вверх и вниз). Также можно экспортировать отчет во множество популярных форматов: html, pdf, rtf, excel, power point. Общий вид интерфейса приложения представлен на Рис. 4.



Конец периода 31.12.2016
k1 5 k2 1 k3 1 Применить
Показатели суммарно

Институт	Кафедра	Показатель 1	Показатель 2	Показатель 3	Рейтинг	Сумма выплат (показатель 1)	Сумма начислений (Показатель 3)	Количество ставок	Количество подразделений	ФИО руководителя
ИПР	ТОВПМ	2644445,52	68952,73	106271,16	2819669,41	15776762,00	3170068,74	29,83	2	Юсубов М.С.
ЭНИН	АТП	2094503,57	56249,69	481313,89	2632067,15	9962404,00	11469710,02	23,83	2	Стриокак П.А.
ИФВТ	ФВТМ	2104656,04	132482,79	227541,82	2464680,65	8578578,00	4637302,26	20,38	2	Псякье С.Г.
ФТИ	ВММФ	2098461,75	124531,86	46287,94	2269281,55	23150230,00	2553242,61	55,16	2	Трифонов А.Ю.
ЭНИН	ТПТ	1706787,27	122227,76	92677,29	1921692,32	8632930,00	2343808,64	25,29	1	Кузнецов Г.В.
ЭНИН	АТЭС	1628559,22	95523,62	166531,54	1890614,38	13722240,00	7015973,99	42,13	1	Матвеев А.С.
ИНК	Лаборатория №34	1517592,40	0,00	351447,44	1869039,84	2315846,00	2681543,94	7,63	1	Вавилов В.П.
ЮТИ ТПУ	СП	1586769,69	102225,50	39988,47	1728983,66	5277596,00	665008,27	16,63	1	Сапожков С.Б.
ИСГТ	МД	1365525,42	161184,75	132052,89	1658763,06	5587730,00	2701802,06	20,46	1	Кашкан Г.В.
ИПР	ФАХ	1432339,76	65659,30	57082,72	1555081,78	9207080,00	1834638,58	32,14	3	Пестряков А.Н.
ИФВТ	ММС	1349457,83	74207,40	118865,58	1542530,81	6272280,00	2762436,01	23,24	2	Панин С.В.
ИФВТ	ВЭСЭ	1297401,95	39685,99	103326,91	1440414,85	7966048,00	3172136,09	30,70	1	Ратахин Н.А.
ФТИ	ОФ	1260322,23	100147,91	79539,41	1440009,55	14980190,00	4727027,11	59,43	1	Лидер А.М.
ИНК	Лаборатория №41	36764,71	0,00	1400181,53	1436946,24	92500,00	17614283,66	12,58	1	Касьянов В.А.
ИНК	ПМЭ	1235766,86	116807,82	82196,70	1434771,38	8025070,00	2668926,81	32,47	1	Губарев Ф.А.
ЭНИН	ИЯЭИ	1199036,65	132618,31	68991,07	1400646,03	5103100,00	1468129,96	21,28	1	Качалов Н.А.
ФТИ	ПФ	1192615,07	54332,06	65633,52	1312580,65	8136020,00	2238759,40	34,11	3	Вагнер А.Р.
ФТИ	ФЭУ	1028778,46	107408,54	162670,66	1298857,66	5061590,00	4001698,20	24,60	1	Долматов О.Ю.
ИФВТ	БИОХ	1031162,21	63782,48	184898,69	1279843,38	5937432,00	5323233,28	28,79	1	Краснокутская Е.А.
ФТИ	ЭФ	941766,70	44625,00	291620,09	1278011,79	14887448,00	23049652,23	79,04	4	Кривобоков В.П.
ИНК	Лаборатория №43	86459,11	0,00	1166572,92	1253032,03	230500,00	15550417,06	13,33	1	Штейн М.М.
ФТИ	ХТРЭ	463653,14	77068,89	704665,10	1245387,13	2718862,00	20660780,62	29,32	1	Крайденко Р.И.

Рис. 4. Общий вид интерфейса отчета по рейтингу подразделений

Полученный отчет позволяет получить рейтинг подразделений, а также осуществить сортировку данных по требуемому полю, выборку за конкретный период, выбор коэффициента значимости и экспорта в другие форматы, для дальнейшей обработки.

Для реализации анализа результативности работы подразделений были предложены следующие факторы с целью изучения их влияния на итоговый рейтинг:

- Средний возраст сотрудников
- Количество сотрудников пенсионного возраста
- Количество мужчин и женщин
- Количество сотрудников, работающих на полную ставку
- Количество доцентов
- Количество профессоров
- Количество сотрудников, работающих по основному месту работы
- Количество ставок в подразделении
- Среднее число рабочих часов в неделю

Была выдвинута гипотеза о том, что данные факторы имеют взаимозависимости друг с другом и с рейтингом подразделений. Для подтверждения дан-

ной гипотезы было принято решение использовать методы математической статистики средствами статистического пакета IBM SPSS Statistics.

Основным достоинством программного комплекса SPSS, как одного из самых существенных достижений в области компьютеризированного анализа данных, является самый широкий охват существующих статистических методов, который удачно сочетается с большим количеством удобных средств визуализации результатов обработки. Программный комплекс предоставляет широкие возможности не только в сфере психологии, социологии, биологии и медицины, но и в области маркетинговых исследований и управлении качеством продукции, что значительно расширяет применимость комплекса.

4.1. Факторный анализ

Для изучения взаимозависимостей между значениями переменных был применен факторный анализ.

В качестве метода отбора для факторного анализа был выбран метод главных компонент. Метод выделения факторов, используемый для формирования некоррелированных линейных комбинаций наблюденных переменных. Первый компонент имеет максимальную дисперсию. Последовательно получаемые компоненты объясняют все меньшие доли дисперсии, и все они не коррелированы между собой. Анализ методом главных компонент применяется для получения начального факторного решения. Может использоваться для сингулярных (вырожденных) корреляционных матриц. Методом вращения факторов был выбран метод варимакс - ортогональный метод вращения, минимизирующий число переменных с высокими нагрузками на каждый фактор. Этот метод упрощает интерпретацию факторов.

В результате проведенных вычислений, была получена таблица совокупных дисперсий Таблица 1

Таблица 1. Объясненная совокупная дисперсия

Компонент	Начальные собственные значения

	Всего	% дисперсии	Суммарный %
1	2,983	27,116	27,116
2	2,570	23,367	50,483
3	1,898	17,256	67,739
4	1,141	10,371	78,110
5	,675	6,135	84,245
6	,604	5,495	89,740
7	,528	4,796	94,535
8	,234	2,129	96,664
9	,199	1,812	98,477
10	,130	1,180	99,657
11	,038	,343	100,000

В Таблица 1 можно увидеть, что четыре собственных фактора имеются значения больше единицы. Следовательно для анализа выделено четыре фактора. Первый фактор объясняет 27,1% суммарной дисперсии, второй фактор 23,3%, третий 17,2% и четвертый 10,3%.

В Таблица 2 представлена повернутая матрица компонентов.

Таблица 2. Повернутая матрица компонентов

	Компонент			
	1	2	3	4
SRED_CHISLO_RAB_CHASOV_V_NEDELU	,631	-,715	,135	,209
SRED_VOZRAST	,842	,009	-,330	-,320
PROC_SOTR_PENS_VOZRASTA	,854	-,012	-,372	-,288
PROC_MUZHCHIN	,516	-,209	-,463	,564
PROC_SOTR_S_POLN_STAVKOY	,496	-,786	,236	,103
PROC_DOCENTOV	,518	,056	,565	-,248

PROC_PROFESSOROV	,554	,206	-,686	-,219
PROC_SOTR_PO_OSN_MESTY_RABOTI	,375	-,217	,748	-,346
KOLVO_SOTRUDNIKOV	,479	,568	,368	,457
KOLVO_STAVOK	,755	,458	,285	,306
KOLVO_PODRAZDELENIY	,335	,811	,143	-,084

Из полученных результатов мы можем провести вербальное объяснение факторов:

- Первый фактор характеризуется по большей степени характеристиками количества ставок в подразделении, количества сотрудников пенсионного возраста и величиной среднего возраста сотрудников подразделения.
- Второй фактор характеризуется количеством подразделений, средним числом рабочих часов в неделю и числом сотрудников с полной ставкой.
- Третий фактор характеризуется количеством сотрудников по основному месту работы, количеством профессоров и доцентов.
- Четвертый фактор характеризуется количеством мужчин и женщин и количеством сотрудников в подразделении.

В итоге данные группы факторов можно обозначить следующим образом:

- Возрастная характеристика
- Рабочая нагрузка
- Должностная характеристика
- Гендерная характеристика

4.2. Кластерный анализ

Для упорядочивания подразделений в сравнительно однородные группы был использован кластерный анализ. Для данного исследования были выбраны только интервальные факторы:

- Процент сотрудников пенсионного возраста
- Процент мужчин и женщин
- Процент сотрудников работающих на полную ставку
- Процент доцентов
- Процент профессоров
- Процент сотрудников работающий по основному месту работы

В качестве метода анализа был выбран метод межгрупповой связи и евклидова мера. Выбранным количеством кластеров в рассматриваемом случае является два, что видно из таблицы Таблица 3 порядка агломерации.

Таблица 3. Порядок агломерации (кластеров)

Этап	Объединенный кластер		Коэффициенты	Этап первого появления кластера		Следующий этап
	Кластер 1	Кластер 2		Кластер 1	Кластер 2	
1	13	39	10,130	0	0	23
2	22	42	10,281	0	0	15
3	5	24	10,849	0	0	12
4	14	37	11,453	0	0	8
5	19	32	11,782	0	0	11
6	2	6	11,891	0	0	12
7	7	23	12,769	0	0	19
16	15	28	17,799	11	13	24
…	…	…	…	…	...	…
40	1	16	46,831	38	0	43
41	3	9	49,129	39	0	42
42	3	27	53,253	41	0	43
43	1	3	62,874	40	42	0

Полная таблица порядка агломерации приведена в Приложении А. Для определения, какое количество кластеров следовало бы считать оптимальным, решающее значение имеет показатель, выводимый под заголовком "коэффициент". По этим коэффициентом подразумевается расстояние между двумя кластерами, определенное на основании выбранной дистанционной меры с учётом предусмотренного преобразования значений. На этом этапе, где эта мера расстояния между двумя кластерами увеличивается скачкообразно, процесс объединения в новые кластеры необходимо остановить, так как в противном случае были бы объединены уже кластеры, находящиеся на относительно большом расстоянии друг от друга. В нашем случае расстояние не увеличивается скачкообразно и исходя из этого количество кластеров принимаем равным двум.

Таблица принадлежности наблюдений к кластеру, находится в Приложении Б.

В Таблица 4 выведена информация о средних значениях факторов по кластерам.

Таблица 4. Распределение средних значений факторов по кластерам

Фактор	Кластер 1	Кластер 2
Процент сотрудников пенсионного возраста	29,3	17,7
Процент мужчин и женщин	70,9	22,1
Процент сотрудников работающих на полную ставку	56,5	44,1
Процент доцентов	39,8	40,2
Процент профессоров	14,2	6,4
Процент сотрудников работающий по основному месту работы	71,2	69,8

Отсюда видно, что в подразделения первого кластера имеют больший процент профессоров, сотрудников пенсионного возраста и мужчин, чем во втором. Разбиение произошло по возрастно-гендерному признаку.

4.3. Корреляционный анализ

Для определения статистической взаимосвязи между факторами был использован корреляционный анализ.

Необходимо проверить рассматриваемые факторы и рейтинг на нормальность распределения, для этого воспользуемся одновыборочным критерием Колмогорова-Смирнова. Результаты проверки представлены в Таблица 5.

Таблица 5. Одновыборочные критерий Колмогорова-Смирнова

Фактор	Значимость
Средний возраст сотрудников	0,2
Среднее число рабочий часов в неделю	0,2
Количество сотрудников пенсионного возраста	0,2
Количество мужчин и женщин	0,003
Количество сотрудников, работающих на полную ставку	0,2
Количество доцентов	0,2
Количество профессоров	0,2
Количество сотрудников, работающих по основному месту работы	0,2
Количество сотрудников	0,2
Количество ставок	0,49
Количество подразделений	0,0
Рейтинг	0,94

Из результатов видно, что количество подразделений и количество мужчин м женщин не являются нормально распределенными величинами, поэтому исключаем их из рассмотрения.

Корреляция вычислена по коэффициенту Пирсона, поскольку распределение рассматриваемых факторов является нормальным. Таблица с полным списком выявленных корреляций, представлена в Приложении В.

Исходя из результатов, можно сделать вывод:

- Отсутствуют значимые корреляции между рейтингом и проверяемыми факторами.

- Существуют значимые корреляции между некоторыми проверяемыми факторами

4.4. Регрессионный анализ

Для определения влияния независимых переменных на зависимую был использован регрессионный анализ.

Результаты расчета о коэффициентах факторов, представлены в Таблица 6.

Таблица 6. Коэффициенты регрессионного анализа

Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	т	Значимость
		B	Стандартная ошибка	Бета		
1	(Константа)	5316671,846	2601180,685		2,044	,049
	SRED_CHISLO_RAB_CHASOV_V_NEDELU	-128664,881	108728,657	-,681	-1,183	,245
	SRED_VOZRAST	-63287,290	48008,719	-,438	-1,318	,196
	PROC_SOTR_PENS_VOZRASTA	22629,866	15940,929	,434	1,420	,165
	PROC_MUZHCHIN	-3960,102	5018,324	-,162	-,789	,436
	PROC_SOTR_S_POLN_STAVKOY	24582,096	24577,982	,544	1,000	,325
	PROC_DOCENTOV	14144,229	10518,323	,261	1,345	,188
	PROC_PROFESSOROV	12819,737	16971,720	,159	,755	,455
	PROC_SOTR_PO_OSN_MESTY_RABOTI	-4578,898	13792,846	-,086	-,332	,742
	KOLVO_SOTRUDNIKOV	-3167,460	10702,815	-,072	-,296	,769

	KOLVO_STAVOK	5466,873	10306,354	,132	,530	,599

Из результатов регрессионного анализа можно сделать вывод о том, что факторы имеют слабое влияние на отклик, поскольку имеют уровень значимости выше 0,05.

В Таблица 7. представлена сводная информация о модели.

Таблица 7. Сводная информация о модели регрессионного анализа

Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Статистика изменений				
				Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св.2	Знач. Изменение F
1	0,446	0,199	-0,044	0,199	0,819	10	33	0,613

Исходя из значения R-квадрат, можно сказать, что качество модели низкое и не позволяет делать точные прогнозы значения рейтинга.

5. Результаты проведенного исследования

В качестве источника данных для построения отчета по рейтингу подразделений использовалась база данных ТПУ. Эти данные, полученные из специализированных ИПК, содержали информацию о сумме средств полученных за выполнение эффективного контракта, учебной нагрузке и сумме внебюджетных вычислений. Вся информация была обработана и представлена в виде отчетов, с помощью пакета Oracle BI Publisher, поскольку данный инструмент интегрирован в информационно-корпоративную среду университета. Кроме того данный пакет позволяет агрегировать данные из различных источников и представлять их в удобном для пользователя виде. Полученные отчеты были использованы для проведения статистического анализа результативности деятельности подразделений университета.

Для анализа использовались следующие методы математической статистики:

- Факторный анализ
- Кластерный анализ
- Корреляционный анализ
- Регрессионный анализ

В результате проведения факторного анализа, были выявлены 4 группы факторов, описывающих в сумме 77,9% общей дисперсии, то есть количественные значения всех факторов могут быть выражены через линейную комбинацию этих четырех полученных характеристик:

- Возрастная характеристика
- Рабочая нагрузка
- Должностная характеристика
- Гендерная характеристика

В результате проведения кластерного анализа были выявлены два кластера, разбитых по возрастно-гендерному признаку, что говорит о неравномерном распределении этих признаков.

Корреляционный анализ показал, что зависимость между рейтингом подразделений и проверяемыми факторами не выявлена явно. Однако между самими факторами наблюдаются взаимозависимости.

Регрессионный анализ выявил слабое влияние факторов на отклик, что подтверждают результаты корреляционного анализа. Коэффициент множественного детерминации оказался меньше 0,3, что говорит о низком качестве прогноза модели.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является комплексное описание и анализ функционально-экономических аспектов данной работы. В разделе описываются основные этапы исследования и разработки, оцениваются денежные затраты на исследование, проектирования и разработку, дается приблизительная оценка экономической эффективности проекта. Раздел завершается комплексной оценкой научно-технического уровня проекта.

6.1. Организация и планирование работ

При организации научно-исследовательского процесса необходимо рационально планировать этапы работ, занятость участников и сроки проведения. На стадии планирования проекта было выделено 11 этапов, используемых при построении линейного графика реализации проекта. Продолжительность каждого этапа рассчитывалась экспертным опытно-статическим методом. Данный метод предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами данной области и использование следующей формулы расчета:

$$t_{ож} = \frac{3 * t_{min} + 2 * t_{max}}{5}, (11)$$

где t_{min}– минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Полученные значения продолжительности и трудоемкости для каждого этапа в днях используется для получения продолжительности этапа в рабочих и календарных днях. Для расчета продолжительности этапов в рабочих днях, а затем в календарных используются следующие формулы. Для расчета продолжительности в рабочих днях:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, (12)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{вн} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1 \div 1{,}2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, (13)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле для пятидневной рабочей недели:

$$\mathrm{T_К} = \frac{\mathrm{T_{КАЛ}}}{\mathrm{T_{КАЛ}} - \mathrm{T_{ВД}} - \mathrm{T_{ПД}}} = 1{,}205\,, (14)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$).

Выделенные этапы, их трудоемкость и продолжительность как в рабочих днях, так и в календарных, отображены в таблице 1. Итоговая продолжительность всех работ рассчитывается как суммарное значение по соответствующим столбцам. Линейный график работ представлен в таблице 2.

После выделения основных этапов и расчета их продолжительности следует определить степень готовности проекта на каждом из этапов. Степень готовности определяется по формуле

$$\mathrm{СГ}_i = \frac{\mathrm{ТР}_i^{\mathrm{Н}}}{\mathrm{ТР_{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^{i} \mathrm{ТР}_k}{\mathrm{ТР_{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^{i} \sum_{j=1}^{m} \mathrm{ТР}_{km}}{\sum_{k=1}^{I} \sum_{j=1}^{m} \mathrm{ТР}_{km}}\,, (15)$$

где $ТР_{общ.}$ – общая трудоемкость проекта;

TP_i (TP_k) − трудоемкость *i*-го (*k*-го) этапа проекта, $i = \overline{1,I}$;

TP_i^H − накопленная трудоемкость i-го этапа проекта по его завершении;

TP_{ij} (TP_{kj}) − трудоемкость работ, выполняемых j-м участником на i-м этапе, здесь $j = \overline{1,m}$ − индекс исполнителя, в нашем примере m = 2.

Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 8 Этапы работы

Этапы работы		Исполнители	Загрузка исполнителей		Продолжительность этапов			Трудоемкость работ по исполнителям			
								Рабочие дни, дн.		Календарные, дн.	
			Научный руководитель	Магистрант	t_{min}, дн.	t_{max}, дн.	$t_{ожид.}$, дн.	Научный руководитель	Магистрант	Научный руководитель	Магистрант
1	Постановка целей и задач	НР, М	100%	100%	7	14	9,8	9,8	9,8	11,809	11,809
2	Обзор литературы	М	0%	100%	30	40	34	0	34	0	40,97
3	Подбор и изучение материалов	НР, М	30%	100%	30	40	34	10,2	34	12,291	40,97
4	Сбор исходных данных	М	0%	100%	25	35	29	0	29	0	34,945
5	Изучение методов анализа	М	0%	100%	45	55	49	0	49	0	59,045
6	Анализ данных	НР, М	30%	100%	7	14	9,8	2,94	9,8	3,5427	11,809
7	Моделирование деятельности подразделений	М	0%	100%	50	60	54	0	54	0	65,07
8	Научно-исследовательская практика	М	0%	100%	35	35	35	0	35	0	42,175
9	Подготовка промежуточных отчетов, анализ исходных данных	НР, М	20%	100%	60	70	64	12,8	64	15,424	77,12
10	Оформление пояснительной записки	НР, М	30%	100%	30	40	34	10,2	34	12,291	40,97
11	Подведение итогов	НР, М	80%	100%	20	30	24	19,2	24	23,136	28,92
	ИТОГО				339	433	376,6	65,14	376,6	78,4937	453,803

Таблица 9 Этапы работы на временной области

Этап	Научный руководитель	Магистрант	01.10.2015	01.11.2015	01.12.2015	01.01.2016	01.02.2016	01.03.2016	01.04.2016	01.05.2016	01.06.2016	01.07.2016	01.08.2016	01.09.2016	01.10.2016	01.11.2016	01.12.2016	01.01.2017	01.02.2017	01.03.2017	01.04.2017
			31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30
1	11,809		15																		
		11,809	15																		
2	0																				
		40,97	16	30	4																
3	12,291				28																
		40,97			27	23															
4	0																				
		34,945				8	28	6													
5	0																				
		59,045						25	30	16											
6	3,5427									5											
		11,809								15											
7	0																				
		65,07									30	31	18								
8	0																				
		42,175											13	30	8						
9	15,424														19						
		77,12													23	30	31	9			
10	12,291																	15			
		40,97																22	28		
11	23,136																		28		
		28,92																		31	4

Таблица 10 Трудоемкость и степень готовности

Этап	трудоемкость этапа, %		степень готовности, %	
	научный руководитель	магистрант	научный руководитель	магистрант
1	15,04	2,60	15,04	2,60
2	0,00	9,03	15,04	11,63
3	15,66	9,03	30,70	20,66
4	0,00	7,70	30,70	28,36
5	0,00	13,01	30,70	41,37
6	4,51	2,60	35,21	43,97
7	0,00	14,35	35,21	58,32
8	0,00	9,29	35,21	67,7
9	19,65	16,99	54,86	84,60
10	15,67	9,03	70,53	93,63
11	29,47	6,37	100,00	100,00

6.2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается стоимость всех расходов, необходимых для реализации проекта. Расчет сметной стоимости на выполнение данной разработки производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

6.3. Материалы и покупные изделия

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке НИР. В ходе выполнения данной работы не были затрачены никакие материалы и покупные изделия.

6.4. Расчет заработной планы

При расчете затрат на осуществление научно-исследовательской деятельности учитывались статьи расходов как заработная плата, социальный налог, амортизация оборудования, расходы на электроэнергию и прочие накладные расходы. Оклады участников взяты из регламента окладов сотрудников ТПУ, представленном планово-финансовым отделом. Среднедневная ставка рассчитывается на основе оклада по формуле

$$ЗП_{дн-т} = {МО}/{24,83}, \quad (19)$$

учитывающей, что в году 298 рабочих дня и, следовательно, в месяце в среднем 24,83 рабочих дней.

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 4. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 1. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $К_{ПР}$ = 1,1; $К_{доп.ЗП}$ = 1,188; $К_р$ = 1,3.

Таким образом, для перехода от тарифной суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $К_и$=1,1*1,188*1,3=1,699. Вышеуказанное значение $К_{доп.ЗП}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $К_и$ = 1,592.

Таблица 11 Расчет заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
Научный руководитель	23 264,86	936,97	65	1,699	103 474,28
Магистрант	14 874,45	599,05	376	1,62	364 893,34
ИТОГО					468 367,62

6.5. Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $С_{соц.} = С_{зп}*0,3$. Итак, в нашем случае $С_{соц.} = 468\ 367,62 * 0,3 = 140\ 510,29$ руб.

6.6. Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$С_{эл.об.} = Р_{об} \cdot t_{об} \cdot Ц_Э$$

где $P_{ОБ}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_Э$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

$Ц_Э$ = 5,782 руб./квт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 1 из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{РД} * К_t,$$

где $К_t \leq 1$– коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{РД}$, определяется исполнителем самостоятельно ($К_t$ = 0,8).

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{ОБ} = P_{ном.} * К_С$$

где $P_{ном.}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_С \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_С = 1$.

Расчет затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 12.

Таблица 12 Расчет затраты на электроэнергию для технологических целей

Наименование оборудования	Стоимость ПК, руб.	Время работы оборудования, час	Потребляемая мощность, кВт	Затраты, руб.
Персональный компьютер	45000	2406,4	0,415	5 774,23

6.7. Расчет амортизационных расходов

Исходя из предоставленной стоимости ПК и времени его работы рассчитываются амортизационные вычисления по следующей формуле:

$$T_{РД} = \frac{Н_А * Ц_{об} * t_{рф} * n}{F_Д} = \frac{0{,}4 * 45000 * 2406{,}4 * 1}{2384} = 18\,169{,}13\,, (20)$$

где $Н_А$ – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{ОБ}$ – балансовая стоимость единицы оборудования;

$F_Д$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования. Для ПК в 2017 г. $F_Д = 298 * 8 = 2384$ часа;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Для определения $Н_А$ следует обратиться к постановлению правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Оно позволяет получить рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования. Например, для ПК это 2 ÷ 3

года. Для расчета возьмем конкретное значение, равное 2,5. Годовая норма определяется как обратное число, т.е. 0,4.

6.8. Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е. $С_{проч.} = (С_{зп} + С_{соц} + С_{эл.об.} + С_{ам}) \cdot 0,1$

$С_{проч.} = (468\ 367,62+140\ 510,29+5\ 774,23+18\ 169,13) \cdot 0,1 = 63\ 282,13$ руб.

6.9. Расчет общей себестоимости разработки

Таким образом, все учтенные статьи расходов можно представить в следующем виде (таблица 13):

Таблица 13 Учтенные расходы

Статья затрат	Сумма, руб.
Заработная плата	468 367,62
Социальный налог	140 510,29
Амортизация	18 169,13
Расходы на электроэнергию	5 774,23
Прочие расходы	63 282,13
ИТОГО	696 103,40

Таким образом, затраты на разработку составили *С* = **696 103,40** руб.

6.10. Расчет прибыли

Так как исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль составит 20% от полной себестоимости проекта, или **139 220,68** руб.

6.11. Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это (696 103,40 + 139 220,68) * 0,18 = 150 358,33 руб.

6.12. Расчет разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС:

$Ц_{НИР(КР)}$ = 696 103,40 + 139 220,68 + 150 358,33 = 985 682,41 руб.

6.13. Оценка экономической эффективности проекта

Данная работа не была ориентирована на экономический результат.

Комплексный статистический анализ работы учебных подразделений ТПУ носит научно-прикладной характер. Проведенные исследования позволили выявить комплекс устойчивых взаимозависимостей между различными сторонами учебного процесса, выражаемых через соответствующие показатели эффективного контракта профессорско-преподавательского состава. Результаты имеют чисто социальный эффект, что обуславливает невозможность оценки его экономической эффективности.

6.14. Оценка научно-технического уровня НИР

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле:

$$I_{НТУ} = \sum_{i=1}^{3} R_i \cdot n_i, \qquad 21)$$

где $I_{НТУ}$ – интегральный индекс научно-технического уровня;

R_i – весовой коэффициент i-го признака научно-технического эффекта;

n_i – количественная оценка i-го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Количественная оценка эффективности научно-исследовательской работы для определения уровня научно-технического эффекта приведена в таблице 14.

Таблица 14 Оценка эффективности НИР

Значимость	Признаки научно-технического эффекта НИР	Характеристика признака НИР	Баллы	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты	6	Позволит оценить работу подразделений ТПУ
0,1	Теоретический уровень	Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)	6	Описание возможностей статистического анализа
0,5	Возможность реализации	Время реализации в течении первых лет	8	
		ИТОГО	7	

Исходя из приведенных оценок, данный проект имеет средний уровень научно-технического эффекта.

7. Социальная ответственность

Аннотация

Представление понятия «Социальная ответственность» сформулировано в международном стандарте (МС) IC CSR-08260008000: 2011 «Социальная ответственность организации».

В соответствии с МС - Социальная ответственность - ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этичное поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;

- учитывает ожидания заинтересованных сторон;

- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность);

- интегрировано в деятельность всей организации и применяется во всех ее взаимоотношениях (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность).

Введение

Объект исследования – моделирование деятельности подразделений ТПУ на основе статистического анализа.

Проведенные исследования позволили выявить комплекс устойчивых взаимозависимостей между различными сторонами учебного процесса, выражаемых через соответствующие показатели эффективного контракта профессорско-преподавательского состава. Которые в дальнейшем могут использоваться для оптимизации рабочего процесса и устранения неоправданных временных затрат.

7.1. Производственная безопасность

В данном разделе производится анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникать при разработке и эксплуатации программного приложения. Также рассматриваются вредные и опасные факторы, возникающие в процессе использования разработки, а именно во время проектирования расписания движения ГПТ, выполняемого оператором ПК.

В таблице 15 приведены вредные и опасные факторы, наиболее характерные для рабочей зоны программиста – разработчика программного приложения и эксперта в области разработки расписаний движения ГПТ.

Таблица 15 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке и проектировании программного приложения и его эксплуатации (по ГОСТ 12.0.003-74)

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа за персональной ЭВМ	• повышенный уровень электромагнитных излучений; • повышенный уровень статического электричества; • статические физические перегрузки; • перенапряжение зрительных анализаторов; • повышенный уровень шума; • недостаточная освещенность рабочей зоны; • неблагоприятный микроклимат.	• опасность возникновения пожара; • опасность поражения электрическим током.	• СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; • ГОСТ 12.1.018-93; • ГОСТ 12.4.124-83; • СН 2.2.4/2.1.8.562-96; • СанПиН 2.2.4.548-96; • СНиП 21-01-97; • ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ.

7.2. Повышенный уровень электромагнитных излучений

Уровень электромагнитных излучений на рабочем месте оператора персональной ЭВМ является вредным фактором производственной среды, величины параметров которого определяются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Основными источниками электромагнитных излучений в помещениях для работы операторов персональной ЭВМ являются дисплеи компьютеров и мобильных устройств, сеть электропроводки, системный блок, устройства бесперебойного питания, блоки питания.

Санитарно-эпидемиологические нормы регламентируют допустимые нормы электромагнитного излучения, создаваемого персональными компьютерами (таблица 16).

Таблица 16 - Временные допустимые уровни электромагнитного поля, создаваемого персональными ЭВМ на рабочих местах (по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

Наименование параметров		Допустимое значение
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГЦ	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Для защиты от электромагнитного излучения должны быть использованы следующие средства (таблица 17):

Таблица 17 - Средства защиты от электромагнитных полей персональной ЭВМ (по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

№	Средство профилактики неблагоприятного влияния персональной ЭВМ	Оказываемое профилактическое действие
1	Приэкранные защитные фильтры	Снижают уровень напряженности электриче-

№	Средство профилактики неблагоприятного влияния персональной ЭВМ	Оказываемое профилактическое действие
	для видеомониторов	ского и электростатического поля, повышают контрастность изображения, уменьшают блики.
2	Нейтрализаторы электрических полей промышленной частоты	Снижают уровень электрического поля промышленной частоты (50 Гц)

7.3. Повышенный уровень статического электричества

Разрядные токи статического электричества чаще всего возникают при прикосновении к любому из элементов ЭВМ (корпус монитора, системный блок, клавиатура).

Допустимые уровни статического электричества:

- электростатический потенциал экрана монитора – 500 В;
- напряженность электростатического поля – 15 кВ/м.

В таблице 18 приведены средства защиты от статического электричества.

Таблица 18 - Средства защиты от статического электричества (по ГОСТ 12.4.124-83)

Тип средства защиты	Виды средств защиты
Коллективные	• заземляющие устройства; • нейтрализаторы (индукционные, высоковольтные, лучевые, аэродинамические); • увлажняющие устройства (испарительные, распылительные); • антиэлектростатические вещества (вводимые в объем, наносимые на поверхность); • экранирующие устройства (козырьки, перегородки).
Индивидуальные	• специальная одежда антиэлектростатическая; • специальная обувь антиэлектростатическая; • предохранительные приспособления антиэлектростатические; • средства защиты рук антиэлектростатические.

7.4. Статические физические перегрузки

Характерной при работе с ЭВМ является такая физическая перегрузка, как длительное статическое напряжение мышц. Оно обусловлено вынужденным продолжительным сидением в одной и той же позе, часто неудобной, необходимостью постоянного наблюдения за экраном (напрягаются мышцы шеи, ухудшается мозговое кровообращение), набором большого количества знаков за рабочую смену (статическое перенапряжение мышц плечевого пояса и рук). При этом возникает также локальная динамическая перегрузка пальцев и кистей рук. Статическим перенапряжениям мышц способствуют неудовлетворительные эргономические параметры рабочего места и его компонентов (отсутствие подлокотников, пюпитра, подставки для ног), отсутствие возможности регулировки параметров рабочего стула, высоты рабочей поверхности стола, неудобное расположение клавиатуры и дисплея.

В данном случае следует указать допустимые параметры рабочей зоны пользователя персональной ЭВМ (таблица 19).

Таблица 19 - Требования к организации и оборудованию рабочих мест с персональной ЭВМ (по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

Объект	Характеристика	Численное значение
Рабочий стол	Высота (при наличии возможности регулирования)	680-800мм
	Высота (при отсутствии возможности регулирования)	780 мм
	Размер рабочей поверхности – ширина (при высоте 780 мм)	800, 1000, 1200, 1400 мм
	Размер рабочей поверхности – глубина (при высоте 780 мм)	800, 1000 мм
	Пространство для ног: • высота • ширина • глубина на уровне колен • глубина на уровне	 • не менее 600 мм • не менее 500 мм • не менее 450 мм • не менее 650 мм

	вытянутых ног	
Рабочий стул	Ширина и глубина поверхности сиденья	не менее 400 мм
	Регулировка высоты сиденья	400-550 мм
	Регулировка угла наклона сиденья	вперед до 15º и назад до 5º
	Высота опорной поверхности спинки	300 ± 20 мм
	Ширина опорной поверхности спинки	не менее 380 мм
	Радиус кривизны горизонтальной плоскости	400 мм
	Угол наклона спинки в вертикальной плоскости	± 30º
	Регулировка расстояния спинки от переднего края сиденья	260-400 мм
	Стационарные или съемные подлокотники: • длина • ширина	 • менее 250 мм • 50-70 мм
	Регулировка подлокотников по высоте над сиденьем	230 ± 30 мм
	Регулировка внутреннего расстояния между подлокотниками	350-500 мм
Подставка под ноги	Ширина	не менее 300 мм
	Глубина	не менее 400 мм
	Регулировка по высоте	до 150 мм
	Угол наклона упорной поверхности	до 20º
	Высота бортика по переднему краю	10 мм

Сиденье стула должно иметь закругленный передний край; клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, или на специальной регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

В качестве средства профилактики заболеваний, связанных с сидячим образом жизни, предлагается использовать физкультминутки (ФМ). ФМ способствует снятию локального утомления. По содержанию ФМ различны и предназначаются для конкретного воздействия на ту или иную группу мышц или систему организма в зависимости от самочувствия и ощущения усталости.

7.5. Перенапряжение зрительных анализаторов

Отмечается специфическое зрительное утомление у пользователей дисплеев. Одной из причин служит то, что сформировавшаяся за миллионы лет эволюции зрительная система человека приспособлена для восприятия объектов в отраженном свете (печатные тексты, рисунки и т.п.), а не для работы за дисплеем. Изображение на дисплее принципиально отличается от привычных глазу объектов наблюдения — оно светится, мерцает, состоит из дискретных точек, а цветное компьютерное изображение не соответствует естественным цветам. Большую нагрузку орган зрения испытывает при вводе информации, так как пользователь вынужден часто переводить взгляд с экрана на текст и клавиатуру, находящиеся на разном расстоянии и поразному освещенные. Зрительное утомление проявляется жалобами на затуманивание зрения, трудности при переносе взгляда с ближних предметов на дальние и с дальних на ближние, кажущиеся изменения окраски предметов, их двоение, чувство жжения, «песка» в глазах, покраснение век, боли при движении глаз.

Для минимизации влияния фактора на организм человека, следует соблюдать порядок перерывов. В таблице 20 приведено суммарное время регламентированных перерывов для выбранного вида и категории трудовой деятельности. Трудовая деятельность разработчика программного обеспечения относится к группе В – творческая работа в режиме диалога с персональной ЭВМ. Данный вид трудовой деятельности занимает 6 ч рабочего времени, что относит её к третьей (III) категории тяжести и напряженности работы.

Таблица 20 - Суммарное время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности работы, вида и категории трудовой деятельности с персональной ЭВМ (по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

Суммарное время регламентированных перерывов, мин
При 8-часовой рабочей смене
90

Так же существуют комплексы упражнений для глаз. Упражнения выполняются сидя или стоя, отвернувшись от экрана при ритмичном дыхании, с максимальной амплитудой движения глаз [2].

7.6. Повышенный уровень шума

Источниками шума являются (по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03):

- машины вычислительные электронные цифровые;
- машины вычислительные электронные цифровые персональные (включая портативные ЭВМ);
- устройства периферийные: принтеры, сканеры, модемы, сетевые устройства, блоки бесперебойного питания и т.д..

Повышенный уровень шума имеет следующие последствия:

- нарушение слуха. Исключительно высокий уровень шума (более 120 дБ) может привести к акустической травме. При значительно большей интенсивности звука можно потерять слух. Более частое последствие работы при повышенном уровне шума – постепенное и малозаметное снижение слуха;
- сердечно-сосудистые заболевания. Шум негативно влияет на сердечно-сосудистую систему, что приводит к развитию гипертонии и гипотонии, скачкам артериального давления. Сосудистые нарушения совместно с отрицательным влиянием шума на мозг могут вызвать сильные головные боли, сосудистые спазмы.
- гормональные расстройства. Высокий уровень шума может нарушать работу мозга и нервной системы, что приводит к появлению сахарного диабета, болезни щитовидной железы и репродуктивной системы.

- влияние на психику. Приводит к снижению концентрации, невозможности сосредоточиться, ухудшению памяти, депрессии и др.
- низкий тонус и иммунитет.

Далее приводится предельно допустимые уровни звукового давления с учетом типа вида трудовой деятельности и рабочих мест (таблица 21) [8].

Таблица 21 - Предельно допустимые уровни звукового давления для видов деятельности и рабочих мест разработчика программного приложения и эксперта-пользователя программного приложения (по СН 2.2.4/2.1.8.562-96)

Вид трудовой деятельности, рабочее место	**Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц**								
	31,5	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
Программирование. Рабочее место в помещениях для программистов вычислительных машин.	86	71	61	54	49	45	42	40	30
Высококвалифицированная деятельность. Рабочее место в комнатах конторских помещений.	93	79	70	68	58	55	52	52	49

Существуют разные аппаратные решения для создания "тихих" ЭВМ. Их можно применять как по отдельности, так и в комплексе:

- звукоизолирующая прокладка. Прокладка из звукопоглощающей пены, устанавливаемая внутри корпуса, заглушает практически все звуки, создаваемые компонентами ПК. Однако вместе со звуком затрудняется и отвод наружу тепла;
- оболочка для жесткого диска;
- звукопоглощающий корпус;
- вентиляторы охлаждения корпуса. Вентиляторы охлаждения корпуса, имеющие специальную конструкцию и термостатический контроль, с одной стороны, подают достаточно воздуха для охлаждения системы, а с другой - создают минимум шума;
- вентиляторы охлаждения блока питания [9].

7.7. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Свет воздействует на нервную оптико-вегетативную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма и влияет на многие основные процессы жизнедеятельности, регулируя обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

В СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 содержатся следующие требования к освещенности рабочего места:

- освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк;
- освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк;
- яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м^2;
- яркость бликов на экране персональной ЭВМ не должна превышать 40 кд/м^2 и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м^2;
- яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90° с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м^2, защитный угол светильников должен быть не менее 40°.

Так же СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 содержит рекомендации по организации освещения на рабочем месте:

- рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, а естественный свет падал преимущественно слева;
- искусственное освещение в помещениях для эксплуатации персональной ЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения;

- следует ограничивать отраженную блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения;
- светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40°;
- в качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ);
- общее освещение при использовании люминесцентных светильников следует выполнять в виде сплошных линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя при рядном расположении видеодисплейных терминалов. При расположении компьютеров по периметру линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору.

7.8. Расчет системы искусственного освещения на рабочем месте оператора персональной ЭВМ

Длина помещения составляет 5 метров, ширина – 4 м, высота – 3 м. Высота рабочей поверхности $h_{рп}$ = 0,8 м.

В помещении установлены светильники типа ARS/R 418 ($Ф_{ст}$ = 1200лм) [18], укомплектованные четырьмя люминесцентными лампами мощностью 20 Вт. Геометрические размеры светильников 595х595х36 мм, λ = 1,4.

Светильники размещены, как представлено на рисунке 5.

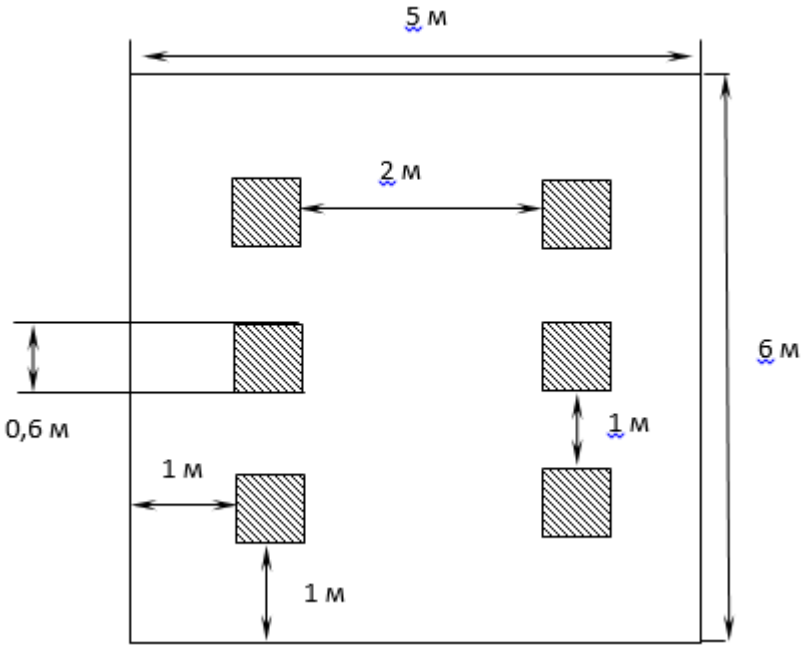


Рисунок 5 – Схема освещения

Учитывая, что в каждом светильники установлено по 4 лампы, количество ламп составит N = 24. Определим электрическую мощность установки

$$P = 24 \cdot 20 \text{ Вт} = 480 \text{ Вт}$$

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Коэффициент Z (отношение средней освещенности к минимальной) примем равным $Z = 1.1$. Коэффициент запаса определяется по таблице в зависимости от запылённости помещения, в нашем случае $K = 1.5$ (коэффициент запаса). Коэффициент использования, выражается отношением светового потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп и исчисляется в долях единицы. Он зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемых коэффициентами отражения от стен ($Р_С$) и потолка ($Р_П$), значение коэффициентов P_C и $P_П$ определим по таблице из СНиП 23-05-95, Pc = 70%, Pn = 50%.

Значение η определим по таблице коэффициентов использования различных светильников из СНиП 23-05-95. Для этого вычислим индекс помещения по формуле:

$$I = \frac{S}{h \cdot (a+b)}, \qquad (20)$$

Площадь помещения составляет 30м^2.

$$I = \frac{30}{2{,}25 \cdot (5+6)} = 1{,}21$$

Зная индекс помещения *I*, *Pc* и *Pn*, определим коэффициент использования светового потока из таблицы взятой из СНиП 23-05-95, η = *0,57*. Стандартный световой поток возьмём из таблицы, зная мощность и тип люминесцентной лампы, и примем его равным $Ф_{ст}$ = 1060. Теперь можно рассчитать фактическую минимальную освещённость $E_ф$.

$$E_ф = (N * n * Фст * \eta) / (S * k * z) \qquad (21)$$

$$E_ф = (6 * 4 * 1060 * 0{,}57) / (30 * 1{,}5 * 1{,}1) = 293 \text{ лк}$$

$$\Delta E = ((E_ф - E_н) / E_н) * 100\% \qquad (22)$$

$$\Delta E = ((390 - 400) / 400) * 100\% = -26{,}75\%$$

По нормам, установленным СНиП 23-05-95, минимальная освещённость рабочих поверхностей в офисных помещениях для работы с дисплеями и видеотерминалами при общем освещении должна быть равна 300-500 лк . Рассчитанное значение оказалось меньше необходимого. Для соблюдения норм установленных СНиП 23-05-95, необходимо установить дополнительное освещение на рабочих столах, либо установить лампы большей мощности и светоотдачи.

7.9. Неблагоприятный микроклимат

Для того чтобы физиологические процессы в организме протекали нормально, выделяемая организмом теплота должна полностью отводиться в

окружающую среду. Нарушение теплового баланса может привести к перегреву либо к переохлаждению организма и, как следствие, к потере трудоспособности, быстрой утомляемости, потере сознания и тепловой смерти.

Тепловое состояние человека, следовательно, его работоспособность зависит от воздействия ряда параметров микроклимата.

К ним относятся:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

Далее приводятся значения оптимальных параметров микроклимата для категорий работ Iа [2, 12] (таблица 24).

Таблица 24 - Оптимальные показатели микроклимата на рабочих местах разработчика про-граммного приложения и эксперта-пользователя программного приложения (по СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	**Категория работ по уровню энергозатрат, Вт**	**Температура воздуха, °С**	**Температура поверхности, °С**	**Относительная влажность воздуха, %**	**Скорость движения воздуха, м/с**
Холодный	Iа	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Iа	23-25	22-26	60-40	0,1

Для обеспечения оптимального микроклимата на рабочем месте следует провести следующий комплекс мероприятий:

- оборудование помещения системами обогрева (радиаторы и конвекторы, системы с тепловентиляторами, воздушное отопление, системы лучистого обогрева, системы кабельного обогрева);
- установка и ремонт систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
- использование увлажнителей воздуха;
- рациональное размещение оборудования;
- использование тепловой изоляции оборудования различными видами теплоизоляционных материалов;
- использование теплозащитных экранов.

7.10. Опасность возникновения пожара

Возникновение пожара является опасным производственным фактором, т.к. пожар на предприятии наносит большой материальный ущерб, а также часто сопровождается травмами и несчастными случаями. Регулирование пожаробезопасности производится СНиП 21-01-97.

В помещениях с персональной ЭВМ повышен риск возникновения пожара из-за присутствия множества факторов: наличие большого количества электронных схем, устройств электропитания, устройств кондиционирования воздуха; возможные неисправности электрооборудования, освещения, или неправильная их эксплуатация может послужить причиной пожара.

Возможные виды источников воспламенения:

- искра при разряде статического электричества;
- искры от электрооборудования;
- искры от удара и трения;
- открытое пламя.

Для профилактики пожара должен проводиться следующий комплекс организационных мер: должны обеспечиваться регулярные проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения; должен проводиться инструктаж и тренировки по действиям в случае пожара; не должны загромождаться или блокироваться пожарные выходы; должны выполняться правила техники безопасности и технической эксплуатации электроустановок; во всех служебных помещениях должны быть установлены «Планы эвакуации людей при пожаре и других ЧС», регламентирующие действия персонала при возникновении пожара.

Для предотвращения пожара помещение с персональной ЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: углекислотными огнетушителями типа ОУ-2 или ОУ-5; пожарной сигнализацией, а также, в некоторых случаях, автоматической установкой объемного газового пожаротушения.

7.11. Опасность поражения электрическим током

Поражение электрическим током является опасным производственным фактором и, поскольку оператор персональной ЭВМ имеет дело с электрооборудованием, то вопросам электробезопасности на его рабочем месте должно уделяться много внимания. Нормы электробезопасности на рабочем месте регламентируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, вопросы требований к защите от поражения электрическим током освещены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ.

Помещение, где расположено рабочее место оператора персональной ЭВМ, относится к помещениям без повышенной опасности ввиду отсутствия следующих факторов: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы, высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и металлическим корпусам электрооборудования.

Для оператора персональной ЭВМ при работе с электрическим оборудованием обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо, не делая никаких самостоятельных исправлений, сообщить человеку, ответственному за оборудование;

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током относятся:

- при производстве монтажных работ необходимо использовать только исправный инструмент, аттестованный службой КИПиА;
- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;

- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены;
- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;
- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки.

7.12. Экологическая безопасность

Разработка программного обеспечения и работа за персональной ЭВМ не являются экологически опасными работами, потому объект, на котором производилась разработка продукта, а также объекты, на которых будет производиться его использование операторами персональной ЭВМ относятся к предприятиям пятого класса, размер селитебной зоны для которых равен 50 м.

Непосредственно программный продукт, разработанный в ходе выполнения магистерской диссертации, не наносит вреда окружающей среде ни на стадиях его разработки, ни на стадиях эксплуатации. Однако, средства, необходимые для его разработки и эксплуатации могут наносить вред окружающей среде.

Современные персональные ЭВМ производят практически без использования вредных веществ, опасных для человека и окружающей среды. Исключением являются аккумуляторные батареи компьютеров и мобильных устройств. В аккумуляторах содержатся тяжелые металлы, кислоты и щелочи, которые могут наносить ущерб окружающей среде, попадая в гидросферу и литосферу, если они были неправильно утилизированы. Для утилизации аккумуляторов необходимо обращаться в специальные организации, специализировано занимающиеся приемом, утилизацией и переработкой аккумуляторных батарей.

Люминесцентные лампы, применяющиеся для искусственного освещения рабочих мест, также требуют особой утилизации, т.к. в них присутствует от 10 до 70 мг ртути, которая относится к чрезвычайно опасным химическим

веществам и может стать причиной отравления живых существ, а также загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы. Сроки службы таких ламп составляют около 5-ти лет, после чего их необходимо сдавать на переработку в специальных пунктах приема. Юридические лица обязаны сдавать лампы на переработку и вести паспорт для данного вида отходов.

7.13. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В рабочей среде оператора персональной ЭВМ возможно возникновение следующих чрезвычайных ситуаций техногенного характера:

- пожары и взрывы в зданиях и на коммуникациях;
- внезапное обрушение зданий.

Среди возможных стихийных бедствий можно выделить геофизические (землетрясения), метеорологические (ураганы, ливни, заморозки), гидрологические (наводнения, паводки, подтопления), природные пожары.

К чрезвычайным ситуациям биолого-социального характера можно отнести эпидемии, эпизоотии, эпифитотии.

Экологические чрезвычайные ситуации могут быть вызваны изменениями состояния, литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы в результате деятельности человека.

Наиболее характерной для объекта, где размещаются рабочие помещения, оборудованные персональными ЭВМ, чрезвычайной ситуацией является пожар.

Помещение для работы операторов персональных ЭВМ по системе классификации категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Д, т.к. относится к помещениям с негорючими веществами и материалами в холодном состоянии.

Каждый сотрудник организации должен быть ознакомлен с инструкцией по пожарной безопасности, пройти инструктаж по технике безопасности и строго соблюдать его.

Запрещается использовать электроприборы в условиях, не соответствующих требованиям инструкций изготовителей, или имеющие неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации могут привести к пожару, а также эксплуатировать электропровода и кабели с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией. Электроустановки и бытовые электроприборы в помещениях по окончании рабочего времени должны быть обесточены (вилки должны быть вынуты из розеток). Под напряжением должны оставаться дежурное освещение и пожарная сигнализация. Недопустимо хранение легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ, использование открытого огня в помещениях офиса.

Перед уходом из служебного помещения работник обязан провести его осмотр, закрыть окна, и убедиться в том, что в помещении отсутствуют источники возможного возгорания, все электроприборы отключены и выключено освещение. С периодичностью не реже одного раза в три года необходимо проводить замеры сопротивления изоляции токоведущих частей силового и осветительного оборудования.

Повышение устойчивости достигается за счет проведения соответствующих организационно-технических мероприятий, подготовки персонала к работе в ЧС.

Работник при обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.) должен:

- Немедленно прекратить работу и вызвать пожарную охрану по телефону «01», сообщив при этом адрес, место возникновения пожара и свою фамилию;
- Принять по возможности меры по эвакуации людей и материальных ценностей;
- Отключить от сети закрепленное за ним электрооборудование;
- Приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения;
- Сообщить непосредственному или вышестоящему начальнику и оповестить окружающих сотрудников;

- При общем сигнале опасности покинуть здание согласно «Плану эвакуации людей при пожаре и других ЧС».

Для тушения пожара применять ручные углекислотные огнетушители (типа ОУ-2, ОУ-5), находящиеся в помещениях офиса, и пожарный кран внутреннего противопожарного водопровода. Они предназначены для тушения начальных возгораний различных веществ и материалов, за исключением веществ, горение которых происходит без доступа воздуха. Огнетушители должны постоянно содержаться в исправном состоянии и быть готовыми к действию. Категорически запрещается тушить возгорания в помещениях офиса при помощи химических пенных огнетушителей (типа ОХП-10).

7.14. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Организация рабочего места программиста или оператора регламентируется следующими нормативными документами:

ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ, ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и рядом других.

Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места программиста или оператора являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

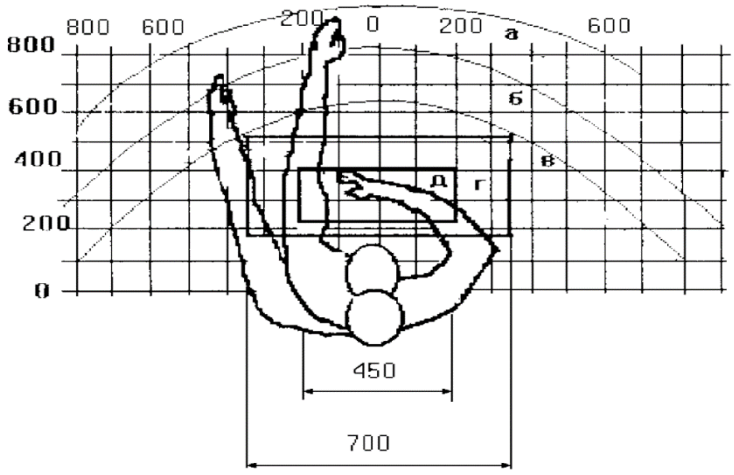


Рисунок 6 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

а - зона максимальной досягаемости;

б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;

в - зона легкой досягаемости ладони;

г - оптимальное пространство для грубой ручной работы;

д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

– дисплей размещается в зоне "а" (в центре);

- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура - в зоне "г"/"д";
- манипулятор "мышь" - в зоне "в" справа;
- документация: необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости ладони – "в", а в выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно.

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;
- конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей).
- высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760 мм. Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650 мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего стула (кресла).

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также регулируемым по расстоянию спинки от переднего края сиденья. Конструкция стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 - 550 мм и углов наклона вперед до 15° и назад до 5°;
- высоту опорной поверхности спинки 300 ± 20 мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм;

- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах 0 ± 30°;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260-400 мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50-70 мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 ± 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 - 500 мм.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой с нескользящим, неэлектризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнения.

Кресло следует устанавливать на такой высоте, чтобы не чувствовалось давления на копчик (это может быть при низком расположении кресла) или на бедра (при слишком высоком).

Работающий за ПЭВМ должен сидеть прямо, опираясь в области нижнего края лопаток на спинку кресла, не сутулясь, с небольшим наклоном головы вперед (до 5-7°). Предплечья должны опираться на поверхность стола, снимая тем самым статическое напряжение плечевого пояса и рук.

Рабочее место должно быть оборудовано подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, например, заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700 мм), чем расстояние от глаза до документа (300 - 450 мм). Вообще при высоком качестве изображения на видео-

терминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

- расстоянием считывания (0,6…0,7 м);
- углом считывания, направлением взгляда на 20° ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;
- по наклону от -10° до +20° относительно вертикали;
- в левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях.

Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

- голова не должна быть наклонена более чем на 20°;
- плечи должны быть расслаблены;
- локти - под углом 80°…100°;
- предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами:

- нет хорошей подставки для документов;
- клавиатура находится слишком высоко, а документы – низко;
- некуда положить руки и кисти;
- недостаточно пространство для ног.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

Заключение

После введения системы эффективного контракта в Томском политехническом университете были разработан ряд информационно-программных комплексов для сбора и обработки информации о сотрудниках и подразделениях. Все собранные данные были агрегированы и использованы для составления рейтинга подразделений средствами информационно-корпоративной среды университета. Отчеты, подготовленные пакетом Oracle BI Publisher на основе баз данных ТПУ, используются для оценки эффективности каждого подразделения отделом аналитики университета.

Целью данной работы было выявление взаимозависимостей между различными факторами, влияющими на эффективность работы подразделений, на основе методов статистического анализа. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- Сбор общей информации о подразделениях
- Расчет эффективности работы подразделений (рейтинга)
- Установить зависимости между эффективностью работы подразделений и различными факторами

В ходе исследования был проведен статистический анализ, который показал присутствие взаимозависимостей между предоставленными факторами, рассмотренными в рамках данной работы. В результате исследования между факторами были выделены 4 группы зависимостей: возрастная характеристика, рабочая нагрузка, должностная и гендерная характеристика Кроме того исследование показало слабое влияние факторов на отклик (рейтинг), что говорит о необходимости рассмотрения более широкого спектра призна-

ков. Также была выявлено, что использование данных факторов не позволяет построить достаточно эффективную модель.

Данное исследование предполагает дальнейшую работу по изучению влияния различного рода факторов и признаков на эффективность работы подразделений университета, с целью построения более качественной модели.

Список использованных источников

1. Статистический анализ, информационные системы маркетинга [Электронный ресурс]: образовательный портал. - режим доступа: http://studme.org/49878/marketing/statisticheskiy_analiz
2. Обзор методов статистического анализа данных [Электронный ресурс]: лаборатория статистических исследований Кубанского государственного университета. - режим доступа: http://www.statlab.kubsu.ru/node/4/
3. Бушуева Л.И. Статистическая проверка значимости результатов маркетинговых исследований [Электронный ресурс]: Журнал «Маркетинг в России и за рубежом». - режим доступа http://www.mavriz.ru/articles/2005/1/4369.html
4. Сергей Трофимов. Возможности Oracle BI Publisher [Электронный ресурс]: Computer-Aided Software Engineering Club. - режим доступа: http://www.caseclub.ru/articles/oracle.html
5. Гмурман В.Е. Терия вероятности и математическая статистика - М.: Высшая школа, 1980
6. Гмурман В.Е., Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учеб. пособие для студентов вузов. Изд. 5-е, стер. - М.: Высш. шк., 1999.
7. Ротарь В.И., «Теория вероятностей», - М.: Высшая школа, 1992.
8. Ширяев, А.Н. «Вероятность», Наука. М.: 1989.
9. Пугачев, В.С. «Теория вероятностей и математическая статистика», Наука. М.: 1979.
10. Орлов А. И. Прикладная статистика. Учебник. — М.: Экзамен, 2006.
11. Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика. — М.: Физматлит, 2006.

12. Cameron, A.A., Trivedi, P.K. Regression Analysis of Count Data. — Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
13. Good, P. Permutation, Parametric and Bootstrap Tests of Hypotheses: A Practical Guide to Resampling Methods for Testing Hypotheses. — New York: Springer, 2005.
14. Tabachnick, B.G., Fidell, L.S. Using Multivariate Statistics. — Boston: Pearson Education, 2012
15. Пушкарёв Ю. В., Латуха О. А. Оценка эффективности деятельности современного университета как инновационного вуза, - Новосибирск, Вестник новосибирского государственного педагогического университета, 2012.
16. Левашов Е.Н. Критерии оценки эффективности деятельности вузов в России, - Символ науки, ООО «Омега сайнс», 2017.17. Васильев Ю.С., Глухов В.В., Федоров М.П., Федотов А.В. Экономика и организация управления вузом / Под ред. докт. экон. наук Глухова В.В. Учебник. 18. Черная Ю.А. Оценка эффективности вуза в связи с внедрением критериев оценки качества образовательных услуг, - Научный журнал «Фундаментальные исследования», 2014

Приложения

Приложение А

(обязательное)

Порядок агломерации (кластеров)

Этап	Объединенный кластер		Коэффициенты	Этап первого появления кластера		Следующий этап
	Кластер 1	Кластер 2		Кластер 1	Кластер 2	
1	13	39	10,130	0	0	23
2	22	42	10,281	0	0	15
3	5	24	10,849	0	0	12
4	14	37	11,453	0	0	8
5	19	32	11,782	0	0	11
6	2	6	11,891	0	0	12
7	7	23	12,769	0	0	19
8	10	14	13,149	0	4	27
9	1	36	13,942	0	0	14
10	21	29	15,273	0	0	20
11	15	19	16,090	0	5	16
12	2	5	16,548	6	3	21
13	28	35	17,006	0	0	16
14	1	31	17,145	9	0	29
15	22	25	17,752	2	0	26
16	15	28	17,799	11	13	24
17	8	17	17,919	0	0	31
18	11	38	18,444	0	0	25
19	7	20	18,680	7	0	21
20	21	40	19,574	10	0	23
21	2	7	20,153	12	19	26
22	33	34	21,679	0	0	28
23	13	21	22,418	1	20	28
24	15	30	22,762	16	0	32

25	11	44	22,844	18	0	33
26	2	22	23,317	21	15	29
27	10	26	24,217	8	0	30
28	13	33	26,335	23	22	33
29	1	2	26,372	14	26	35
30	10	12	27,813	27	0	32
31	3	8	29,309	0	17	34
32	10	15	29,594	30	24	35
33	11	13	31,779	25	28	37
34	3	43	33,081	31	0	36
35	1	10	34,215	29	32	38
36	3	4	38,529	34	0	39
37	11	41	39,229	33	0	38
38	1	11	40,169	35	37	40
39	3	18	42,403	36	0	41
40	1	16	46,831	38	0	43
41	3	9	49,129	39	0	42
42	3	27	53,253	41	0	43
43	1	3	62,874	40	42	0

Приложение Б

(обязательное)

Таблица принадлежностей к кластерам (от двух до пяти)

Наблюде-ние	Кластеры 5	Кластеры 4	Кластеры 3	Кластеры 2
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	2	2	2	2
4	2	2	2	2
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	2	2	2	2
9	3	3	2	2
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	4	1	1	1
17	2	2	2	2
18	2	2	2	2
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1
21	1	1	1	1
22	1	1	1	1
23	1	1	1	1
24	1	1	1	1
25	1	1	1	1
26	1	1	1	1

27	5	4	3	2
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
30	1	1	1	1
31	1	1	1	1
32	1	1	1	1
33	1	1	1	1
34	1	1	1	1
35	1	1	1	1
36	1	1	1	1
37	1	1	1	1
38	1	1	1	1
39	1	1	1	1
40	1	1	1	1
41	1	1	1	1
42	1	1	1	1
43	2	2	2	2
44	1	1	1	1

Приложение В

(обязательное)

Таблица корреляции

		SRED_CHISLO_RAB_CHASOV_V_NEDELU	SRED_VOZRAST	PROC_SOTR_PENS_VOZRASTA	PROC_MUZHCHIN	PROC_SOTR_S_POLN_STAVKOY	PROC_DOCENTOV	PROC_PROFESSOROV	PROC_SOTR_PO_OSN_MESTY_RABOTI	KOLVO_SOTRUDNIKOV	KOLVO_STAVOK	KOLVO_PODRAZDELENIY	REYTING
SRED_CHISLO_RAB_CHASOV_V_NEDELU	Корреляция	1	,051	,107	,342*	,943**	,102	,018	,646**	-,184	,123	-,008	-,195
	Знач.		,743	,488	,023	,000	,511	,906	,000	,231	,426	,958	,204
SRED_VOZRAST	Корреляция	,051	1	,848**	,255	,021	,138	,578**	,063	,047	,264	,214	,019
	Знач.	,743		,000	,095	,895	,372	,000	,686	,764	,084	,162	,903
PROC_SOTR_PENS_VOZRASTA	Корреляция	,107	,848**	1	,296	,056	,142	,464**	,101	,063	,261	,191	,104
	Знач.	,488	,000		,051	,720	,358	,002	,514	,687	,086	,214	,502
PROC_MUZHCHIN	Корреляция	,342*	,255	,296	1	,290	-,109	,355*	-,093	-,124	,087	-,088	-,164
	Знач.	,023	,095	,051		,056	,482	,018	,547	,422	,573	,572	,288
PROC_SOTR_S_POLN_STAVKOY	Корреляция	,943**	,021	,056	,290	1	,185	-,076	,642**	-,239	,015	-,013	-,130
	Знач.	,000	,895	,720	,056		,230	,626	,000	,118	,921	,934	,402
PROC_DOCENTOV	Корреляция	,102	,138	,142	-,109	,185	1	-,027	,432**	,190	,113	,233	,271
	Знач.	,511	,372	,358	,482	,230		,863	,003	,217	,463	,128	,076
PROC_PROFESSOROV	Корреляция	,018	,578**	,464**	,355*	-,076	-,027	1	-,031	,092	,228	,204	,015
	Знач.	,906	,000	,002	,018	,626	,863		,843	,551	,136	,184	,923
PROC_SOTR_PO_OSN_MESTY_RABOTI	Корреляция	,646**	,063	,101	-,093	,642**	,432**	-,031	1	-,048	,101	,120	-,021
	Знач.	,000	,686	,514	,547	,000	,003	,843		,755	,516	,436	,894
KOLVO_SOTRUDNIKOV	Корреляция	-,184	,047	,063	-,124	-,239	,190	,092	-,048	1	,688**	,369*	,109
	Знач.	,231	,764	,687	,422	,118	,217	,551	,755		,000	,014	,481
KOLVO_STAVOK	Корреляция	,123	,264	,261	,087	,015	,113	,228	,101	,688**	1	,555**	,048
	Знач.	,426	,084	,086	,573	,921	,463	,136	,516	,000		,000	,758
KOLVO_PODRAZDELENIY	Корреляция	-,008	,214	,191	-,088	-,013	,233	,204	,120	,369*	,555**	1	,210
	Знач.	,958	,162	,214	,572	,934	,128	,184	,436	,014	,000		,171
REYTING	Корреляция	-,195	,019	,104	-,164	-,130	,271	,015	-,021	,109	,048	,210	1
	Знач.	,204	,903	,502	,288	,402	,076	,923	,894	,481	,758	,171	