

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 ____ г

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Разработка метода прогнозирования потенциала результата работы научно-исследовательских групп по публикационной активности методами Graph Mining»
Тема

09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
код и наименование направления

09.04.01.03 «Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами»
код и наименование магистерской программы

<u>Научный руководитель</u>	_____	доцент МБК ПФиКТ, канд. техн. наук	<u>В.А. Углев</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
<u>Выпускник</u>	_____		<u>В.В. Рожков</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
<u>Рецензент</u>	_____	начальник сектора АО «ИСС»	<u>Ю.В. Кочев</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
<u>Нормоконтролер</u>	_____		<u>Е.С. Сидорова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2019

Студенту Рожков Владимир Владимирович

Группа КИ 17-01-3М, направление (специальность) 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника».

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка метода прогнозирования потенциала результата работы научно-исследовательских групп по публикационной активности методами Graph Mining»

Утверждена приказом по университету № 3736/с от 14 марта 2018

Руководитель ВКР: В.А. Углев канд. техн. наук, доцент МБК «Прикладная физика и космические технологии».

Исходные данные для ВКР: данные о научной деятельности сотрудников и магистрантов МБК ПФиКТ.

Перечень разделов ВКР:

- 1 Описание проблемы и выбор путей ее решения.
- 2 Описание процесса исследования.
- 3 Проведение эксперимента.

Перечень демонстрационного материала: слайды презентации в количестве 20 штук.

Руководитель ВКР

подпись

В.А. Углев

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

В.В. Рожков

инициалы и фамилия студента

« 25 » января 2018 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка метода прогнозирования потенциала результата работы научно-исследовательских групп по публикационной активности методами Graph Mining» содержит 93 страниц текстового документа, 9 приложений, 54 использованных источников.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА, ПУБЛИКАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ, НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УЧЕНОГО, ГРУППЫ, ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, ЗАЯВКА НА ГРАНТ, ГРАНТОВЫЕ ФОНДЫ, РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ.

Объект исследования публикационная деятельность научно-исследовательских групп.

Цель работы: оценить научно-исследовательский потенциал групп и их соответствие грантовым конкурсам за счет метода прогнозирования потенциала результата работы.

Задачи:

Создать параметрическую модель для оценки научного потенциала ученого и для научно-исследовательской группы.

Создать метод прогнозирования результата работы научно-исследовательских групп с элементами экспертной системы и Graph Mining, учитывающий условия грантовых конкурсов.

Провести вычислительный эксперимент на базе научных достижений сотрудников Межинститутской базовой кафедры «Прикладной физики и космических технологий» для иллюстрации работы метода прогнозирования.

В результате исследования предметной области не выявлено ни одной методики, позволяющей комплексно оценивать и сравнивать научный потенциал работы ученых и исследовательских групп.

В итоге были составлены параметрическая модель научных достижений ученого, группы. Создан метод прогнозирования потенциала результата работы научно-исследовательских групп, включающий элементы экспертной системы, нечеткой логики и Graph Mining. Проведен вычислительный эксперимент на

примере научных достижений работников и магистрантов МБК ПФиКТ. Коэффициент согласованности с экспертным мнением составил 0,67, а время оценки снизилось в среднем с 37,11 до 0,2 мин.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
1 Описание проблемы и выбор путей ее решения.....	10
1.1 Задача оценки научного потенциала группы учёных	10
1.1.1 Существующие модели к оценке результативности работы учёного	13
1.1.2 Существующие подходы к оценке результативности работы группы... учёных	18
1.2 Методы Graph Mining при многофакторном сравнении.....	25
1.3 Постановка исследовательской задачи.....	28
1.4. Выводы по главе.....	30
2 Описание процесса исследования	31
2.1. Параметризация объектов исследования.....	31
2.1.1 Параметрическая модель информационного источника	31
2.1.2 Параметрическая модель ученого	33
2.1.3 Параметрическую модель исследовательской группы	34
2.1.4 Модель оценки показателей гранта.....	34
2.1.5 Оценка показателей методом нечеткой логики	35
2.2 Модели экспертной оценки.....	38
2.2.1 Методика оценки и прогнозирования потенциала учёного	38
2.2.2 Методика оценки потенциала группы	47
2.3 Методика сравнения групп учёных с помощью Graph Mining	48
2.4 Выводы по главе.....	50
3 Проведение эксперимента	51
3.1 Постановка эксперимента для заявок по ракетно-космической отрасли..	51
3.2 Проведение вычислительного эксперимента	60
3.3 Анализ результатов эксперимента	64
3.4 Выводы по главе.....	67
Заключение	68
Список сокращений	70
Список использованных источников	71

Приложение А Анкетв для выявления результативности у аспиранта.....	76
Приложение Б _Графики перевода количественных показателей в качественные с помощью метода нечеткой логики для аспиранта.....	77
Приложение В Анкета для выявления результативности у кандидата наук	79
Приложение Г _Графики перевода количественных показателей в качественные с помощью метода нечеткой логики для кандидата наук.....	80
Приложение Д_Анкета для выявления результативности у доктора наук	82
Приложение Е Графики перевода количественных показателей в качественные . с помощью метода нечеткой логики для доктора наук.....	83
Приложение Ж_Пример формы заявки группы на грант под руководством Внукова А.А.	85
Приложение И _Пример формы заявки группы на грант под руководством Чеботарева В.Е.....	87
Приложение К _Пример формы заявки группы на грант под руководством Головенкина Е.Н.	91

ВВЕДЕНИЕ

Бурное развитие науки, использование ее результатов на практике потребовало более глубокого теоретического осмысления эффективности использования науки и ее достижений для нужд общества. Большое количество научно-исследовательских групп создается в разных сферах деятельности для исследования разных вопросов и решения поставленных задач. Объединение ученых в группы более благотворно сказывается на результатах исследований и экспериментов. Научно-исследовательские группы присутствуют на всех больших предприятиях, и на предприятиях, которые активно развиваются и ставят целью развитие и дальнейший рост не только прибыли, но и качества выпускаемой продукции.

В данное время, одному ученому тяжело конкурировать с научно-исследовательской группой, так как одному человеку сложно и очень трудно собрать данные и проанализировать их, и выдать результат. Далее разработать решение поставленной задачи. По этому, предпочтительнее работать в группе. На каждую группу выделяются финансовые средства для проведения исследований, поиска новых технологий, снижения затрат на производство, и другое. Научно-исследовательских групп большое количество. В одной области работают много лабораторий. В процессе анализа результатов работы, есть вероятность пропустить группы с высоким потенциалом.

Финансовые средства выделяют предприятия, на которых созданы лаборатории или грантовые фонды. Грантовые фонды заинтересованы в лабораториях, которые лучшие и перспективные. В одной области работают много лабораторий. Есть вероятность пропустить группу с высокими показателями. Грантовые фонды заинтересованы в перспективных лабораториях. На основе исследуемых данных, с помощью методов визуализации, возможен прогноз потенциала научно-исследовательской группы. Следовательно, необходимо создать метод анализа и прогнозирования научного потенциала результата работ групп.

Цель: оценить научно-исследовательский потенциал групп и их соответствие грантовым конкурсам за счет метода прогнозирования потенциала результата работы

Задачи:

- 1) провести сравнительный анализ подходов по определению результативности научно-исследовательских групп в вузах;
- 2) создать параметрические модели для ученого и научно-исследовательских групп;
- 3) создать метод прогнозирования результата работы научно-исследовательских групп с элементами экспертной системы и Graph Mining, учитывающих условия грантовых конкурсов;
- 4) провести вычислительный эксперимент на базе достижений сотрудников МБК ПФиКТ для иллюстрации работы метода прогнозирования.

В Российской науке насчитывается около 70 научных направлений по данным РФФИ на 2018 г. вузы, предприятия и организации кооперируются для выполнения различных грантов, НИР, НИОКР. По каждой теме грантов объявляются конкурсы и подаются сотни заявок на участие. Сравнение научно-исследовательских групп достаточно затруднительно без единой информационной базы и метода эффективного сопоставления заявок.

При анализе существующих способов оценки научного потенциала ученых, применяющихся в различных вузах:

- не учитывается динамика достижений по показателям результативности;
- не учитываются работы с магистрантами;
- не учитываются показатели результативности в комплексе.

На данный момент не существует общепринятых или стандартных методов оценки потенциала результативности групп, которые можно было бы применить для грантовых фондов, и для руководства научно образовательных учреждений.

1 Описание проблемы и выбор путей ее решения

В первой главе рассмотрено понятие научного потенциала научно-исследовательских групп, проанализированы подходы к оценке результативности их работы и изучена визуализация с помощью Graph Mining.

1.1 Задача оценки научного потенциала группы учёных

На сегодняшний день наука бурно развивается и как следствие необходимо более глубокое теоретическое осмысление эффективности использования ее достижений и результатов на практике для нужд общества.

В связи с этим в научный оборот активно вводится понятие «научный потенциал» и ставится задача оценки потенциала групп ученых.

Современным организациям, предприятиям, вузам для поддержания своей конкурентоспособности необходимо постоянно заботиться о повышении своего научного потенциала. Это обусловлено тем, что любая организация относится к классу сложных систем и, следовательно, обладает присущими им свойствами. Современная наука установила, что важным условием существования систем – их развитие. Вузам необходимо развиваться, чтобы в конкуррировать наравне с другими вузами, за счет продуктивной научной деятельности [1]. Научный потенциал общества – это реальные возможности, обладая, которыми общество может осуществлять научные исследования и использовать их результаты в социальной практике.

Проблема научного потенциала осознается в отечественном науковедении в связи с решением практических задач государственного планирования и управления наукой, повышения эффективности научных исследований и связи науки с производством. Поэтому на первый план выступает задача количественной оценки научного потенциала и его «составляющих», то есть структурных компонентов.

Применительно к конкретной научной организации согласно можно предложить такие составляющие его научного потенциала:

- структура научных подразделений;
- кадровый потенциал, включающий в себя численность и возрастной состав кадров, сведения об их образовании и повышении квалификации, а также их участие в научно исследовательской деятельности;
- подготовка кадров (для вуза): численность и распределение студентов, подготовка кадров высшей квалификации;
- международная деятельность с указанием состава, объемов и сроков выполнения международных проектов;
- материально-техническая база;
- результаты научных исследований и разработок в виде публикаций, изобретений, апробаций на конференциях и внедрений на производстве [2].

Оценка потенциала научно-исследовательской группы должна рассматриваться как целостная характеристика составляющих научных знаний и деятельности.

Научный потенциал это не простая сумма количественно измеренных его составляющих, она, как сложная система, обладает новым качеством, возникающим именно в результате их взаимодействия. Только количественный анализ основных структурных компонентов явно недостаточен для оценки научного потенциала, ибо прямыми подсчетами и экстраполяциями может быть охарактеризован только низший, простейший уровень науки; параметры высших, специфичных именно для науки уровней организации характеризуется гораздо более сложными, в основном качественными, закономерностями развития.

Эффективное использование научного потенциала и его финансирование зависит от рациональной структуры кадров, занятых в науке, от квалификации, степени подготовленности, творческих интеллектуальных способностей собственно научных кадров, обеспечивающих рост научного знания. Из чего следует необходимость оценивать потенциал научных групп.

В приоритетных развитых отраслях национальной экономики научные кадры должны:

- осуществлять непрерывный мониторинг мирового уровня научных знаний в своей области, отслеживать успешные примеры реализации этих знаний, существующие тенденции и направления их применения;

- проводить фундаментальные и прикладные исследования, иметь представление о мировом уровне их развития и применения в своей области знаний;

- генерировать новации на основе результатов фундаментальных и прикладных исследований для их последующего инновационного освоения;

- быть компетентными консультантами и экспертами в подготовке для персонала управления вариантов решений по развитию своей отрасли.

Научные кадры высшей квалификации – незаменимое национальное богатство. Это генератор новаций для национальной экономики и компетентный коллективный эксперт, ответственный за правильный выбор приоритетных направлений в инновационном развитии страны [3].

Следующий структурный компонент научного потенциала – материально-техническая база науки – это совокупность средств научно-исследовательского труда, включая научные организации, научное оборудование и установки, экспериментальные заводы, цехи и лаборатории, вычислительные центры и другое [1].

Из вышеперечисленного складывается сложность самого понятия, многообразие компонентов научного потенциала и это предполагает определенные трудности при его оценке в отдельно взятом вузе или научной организации. В связи с этим остро стоит проблема с оценкой научного потенциала групп ученых, решение которой рассматривается в данной магистерской диссертации.

1.1.1 Существующие модели к оценке результативности работы учёного

Оценка результативности ученых становится самостоятельным направлением в научных исследованиях и в разработках, в это направление вкладывают ресурсы. В данной области вложения оправдываются для развития науки и образования.

Оценку результатов научной деятельности можно разделить на два подхода – количественный и качественный, процедура может проводиться государственным сотрудником или научным сообществом, результат оценки влияет на, то будет ли финансироваться организация [4].

В России оценка научной и образовательной деятельности ограничена публикациями средствами массовой информации (СМИ). На уровне вузов обсуждаются важные моменты:

1) необходимо унифицировать оценивание деятельности учёных на уровне организаций, так как руководство учитывает публикационной и образовательной деятельности;

2) оценка организаций в России реализуется правительственными структурами. Процедуры оценки на национальном уровне ставят своей целью упорядочение организаций, анализ их деятельности и формирование основы для выработки управленческих решений.

Основные процедуры, которые инициируют оценку и мониторинг научных организаций и их сотрудников, на данный момент включают:

- а) отслеживание вузов Министерством образования и науки РФ;
- б) оценку претендентов на участие в программе 5-100;
- в) оценку организаций Федеральное агентство научных организаций (ФАНО) России.

Раз в пять лет проводится оценка организаций, ежегодно – мониторинг, все результаты размещаются в сети Интернет.

Различные научные фонды – РНФ, РФФИ и РГНФ проводят процедуры оценивания научной деятельности. Анализ процедур проверки показывает, что отличия в отслеживании вузов МОН РФ, оценке претендентов программы 5 – 100, оценке институтов ФАНО.

Результаты мониторинга вузов используются Правительством РФ для структурных преобразований организаций и корректировки правил оплаты труда профессорско-преподавательского состава.

Программа оценки претендентов 5 – 100 специально создана для достижения вхождения пяти российских ВУЗов в первую сотню международных рейтингов университетов. Для того чтобы стать участником программы, необходимо пройти конкурсный отбор, и для этого вузом готовится заявка, включающая показатели научной и образовательной деятельности [5].

Одной из обсуждаемых российских систем оценивания является ФАНО России на базе ряда постановлений Правительства РФ. Ее цели:

- развития научных организаций;
- увеличение их вклада в мировую науку;
- повышение их научно-технического потенциала и ускорение социально-экономического развития страны.

В таблице 1 представлено как сравниваются группы по показателям, с учетом трех процедур мониторинга и оценки научных и образовательных организаций. Обращает на себя внимание наличие в списке не только результатов научной деятельности и их использование, но и показатели, характеризующие исследовательскую инфраструктуру организаций.

Выше перечисленные процедуры оценки со стороны российского научного сообщества вызывает критику. Недоверие вызывает к библиометрическим показателям, которые заставляют учёных выполнять количественные показатели, что сказывается в низком качестве научных публикаций.

Таблица 1 – Группы отчетных показателей российских организаций

Наименование мониторинга	Характеристика студентов	Количество публикаций	Монографии	Зарубежное сотрудничество	Внешнее финансирование	Охраноспособные РИД	Характеристика сотрудников	Материально-техническая база	Цитируемость	Организационная структура
ФАНО		X		X	X	X	X	X	X	X
МОН РФ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5-100	X	X		X	X		X		X	X

Также критикуется практика применения оценок результативности. Часто пишут, что эти процедуры приводят, в большей степени, к перераспределению ресурсов между организациями. Они слабо связаны с планированием и развитием научной деятельности, а также с повышением качества исследований.

В Европе усиливается интерес к индикаторам и оценкам научной результативности с начала 2000-х годов. Интегральный показатель это с одной стороны инструмент расстановки приоритетов, с другой позволяет распределить ответственность за принимаемые решения между организациями и экспертами, которые занимаются оценкой результативности ученых.

Финансирование исследовательских организаций в Европе все в большей степени привязывается к результату, оцененному по определённым показателям или экспертному заключению. По странам Европы доля бюджета организации, которая зависит от результата, составляет 5-20%. Исключением являются страны – Чехия и Великобритания, где от результатов организации зависит более 50% ее финансирования, и Нидерланды, где бюджет организаций не зависит от результатов оценки [6].

Сравнивают российские и европейские подходы/модели оценки научной результативности на примере четырех стран: Норвегия, Чехия, Нидерланды и Великобритания.

Норвегия. В Норвегии целями оценки являются повышение качества исследований и распределение финансирования на конкурсной основе. Отчёты организаций состоят в основном из количественных показателей, но при этом внешняя оценка их результативности является качественной, это означает, что выполняется группой экспертов. Процедура охватывает университеты, оценке также подлежит качество образования. По итогам оценки формируется бюджет, в ходе которой эксперты анализируют публикационную активность, размеры финансирования на конкурсной основе, привлечённого организацией, научные связи и подготовку кадров. По итогу составляется отчёт, который включает качественную оценку по 5– балльной шкале и рекомендации по исправлению состояния [7].

Чехия. В Чехии отсутствует экспертная составляющая при оценке научной результативности, которая влияет на бюджет институтов. На основе количественных показателей они определяют место для институтов. Применяется балльная система с учетом коррекции по предметной области. Баллы за различные результаты складываются с весовыми коэффициентами, число, получившееся после сглаживания резких изменений значений, позволяет упорядочить все научные организации в стране [8].

Нидерланды. В Нидерландах методическое описание процедуры, доступное на сайте Королевской академии Нидерландов [9], оно содержит руководство для экспертной оценки по четырём основным критериям:

- качество исследований;
- продуктивность работы;
- общественная значимость результатов;
- организационно-хозяйственное состояние организации.

На первом этапе оценки научная организация готовит отчёт, в котором указывает показатели количественные, составляет описание целей и стратегии развития, SWOT-анализ, академическую репутацию и аргументирует значимость проводимых исследований. Сформированный отчёт передается внешнему эксперту, который сопоставляет исследования с мировым уровнем и

на основе этого готовит заключение. Отчёт эксперта содержит рекомендации для оцениваемой организации и вышестоящих организаций, по 5-балльной шкале выводится результат оценки [10].

Великобритания. Оценка научной результативности в Великобритании проводится один раз в шесть лет, для того чтобы продемонстрировать вложения в науку и провести ранжирование институтов для информирования финансирующих организаций о лучших исследовательских организациях. Организации решают самостоятельно, какие подразделения, сотрудники и результаты будут включаться в итоговый отчёт. Организации сравниваются между собой только среди лучших исследований. Процедура оценки является экспертной. Отчёт о деятельности организации включает в себя сведения о квалификации сотрудников, полученных результатах, финансировании, подготовке научных кадров. Экспертная оценка организации обрабатывается по 5-балльной шкале [4].

Анализ зарубежного опыта показывает, что имеется значительный интерес к оценке результативности научной деятельности со стороны государства, для обоснования распределений бюджета на исследования и разработки, на информационную поддержку выработки национальной политики в области образования и науки. В большинстве стран продолжают совершенствование применяемых методик.

Таблица 2 [4] показывает сводную информацию по группам показателей, которые используются в методиках оценки в европейских странах. Помимо научной продуктивности, выявляются факторы, которые сильно влияют на ход исследований в организациях. В таблице они объединены в группу «системных индикаторов». Также оценка включает показатели значимости результатов – того, как они могут быть использованы в науке, бизнесе или для улучшения жизни граждан.

В национальных методиках, различают показатели оценки в том числе, доминированием количественных или качественных (экспертных) показателей.

Таблица 2 – Использование индикаторов в моделях оценки результативности

Индикаторы \ Страны	Австрия	Бельгия - Фонд специальных исследований	Бельгия - Фонд отраслевых исследований	Чехия	Дания - вузы	Финляндия	Франция	Италия	Норвегия - вузы	Норвегия - исследовательские институты	Швеция	Великобритания - вузы
	Результаты											
Продуктивность исследований		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Качество исследований		X	X				X	X			X	X
Результаты, относящиеся к инновациям			X	X			X	X				
Системные индикаторы												
Внутренние вложения в исследования							X	X				
Внешнее финансирование	X				X	X	X	X	X	X	X	X
Совместные исследования	X						X					
Исследовательская инфраструктура							X					
Международное сотрудничество			X			X	X	X	X	X		
Международная мобильность						X	X	X				
Передача знаний в образование	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X
Передача знаний в промышленность	X		X		X	X	X	X		X		X
Передача знаний обществу	X							X		X		X
Значимость результатов												
Значимость для инноваций			X				X	X				X
Значимость для общества								X				X

Оценка научной деятельности по мнению советских исследователей Гохберга Л.М., Масленникова В.И. и Миндели Л.Э. [6] должна носить интегральный характер. Авторы считают, что интегральный показатель развития и использования научного потенциала, отражающий степень реализации этих возможностей, мог бы стать важным инструментом для управления научно-техническим прогрессом.

1.1.2 Существующие подходы к оценке результативности работы группы учёных

Показатели комплексной оценки эффективности деятельности вузов и научных организаций традиционно используется классический подход,

который предполагает механическое перемножение или определение среднего арифметического значения частных показателей. Большое количество ученых исходят из характеристик частных показателей, которые построены по принципу соизмерения величины показателя в анализируемом периоде с базисным периодом или его нормативным значением. После этого группируются показатели по сходности признакам и целью по экспертным оценкам. Таким образом, величина получаемой комплексной оценки будет принимать максимальное приближенное значение к реальному состоянию эффективности и с большей объективностью отражает ее изменения.

Однако данные методы имеют ряд недостатков, это увеличение вероятности погрешностей, так как любые случайные колебания в одном показателе многократно переносятся на другие. Также данные приемы предполагают одинаковое значение всех без исключения показателей, применяемых при исчислении обобщающей оценки, тогда как в действительности роль различных показателей может быть неодинаковой. Многовариантное сочетание показателей, в одном случае это роль ведущих, а в другом второстепенная роль, то есть не играющих решающей роли в выполнении главных задач.

Современное решение задачи объективной оценки деятельности ученых и научных коллективов далеко от совершенства. Используемые базисные методики экспертного оценивания не выдерживают никакой критики по субъективности получаемых оценок. Поэтому в большинстве случаев данная задача решается интуитивным способом, на основании знаний и опыта оценивающего эксперта.

Эффективность работы вуза в целом и эффективность труда каждого отдельного научного работника состоит из различных показателей, каждый из которых обладает определенным значением. Рассматривая эффективность труда каждого научного работника, необходимо оценивать не столько результаты его личного труда, сколько вклад этого сотрудника в научный потенциал вуза. При снижении значения одного или нескольких частных

показателей не будет означать снижение данного вклада, если оно компенсируется ростом значения других частных показателей [11]. Исходя из этой концепции, в работе [12] предлагается три основные области выявления компонентов научного потенциала вуза, согласованные с основными направлениями научной работы сотрудника вуза, указанными в его индивидуальном плане:

1) самостоятельная научно-исследовательская деятельность (подготовка статей, монографий, диссертаций и пр.);

2) научное руководство студентами, аспирантами, взаимодействие со студенческими научными организациями;

3) управленческая деятельность в сфере науки (в том числе привлечение средств внешних заказчиков научно-технической продукции).

В соответствии с этими направлениями целесообразно выделить такие критерии оценивания вклада сотрудника в научный потенциал вуза, частично заимствованные из [9]:

- занимаемая должность в системе управления вузовской наукой;
- количество опубликованных научных статей в отчетный период;
- научная значимость данных статей;
- участие в госбюджетных НИР, проводимых в вузе;
- защита кандидатской и докторской диссертаций, получение ученых званий;

- количество аспирантов, докторантов и соискателей, защитивших под руководством работника диссертации на соискание ученых степеней;

- доля аспирантов (соискателей), защитивших под руководством работника диссертации и оставшихся работать в вузе;

- доля студентов, защитивших выпускные квалификационные работы под руководством работника и поступивших в аспирантуру вуза;

- количество студентов, подготовивших под руководством работника научные статьи и тезисы докладов на научных конференциях;

– количество студентов, подготовивших под руководством работника научные работы, занявшие призовые места на внутри вузовских, городских, региональных, всероссийских и международных конкурсах;

– степень участия работника в деятельности студенческих научных организаций вуза.

Оценивание – категория количественная, поэтому, выразив указанные критерии в виде числовых оценок, можно решить задачу объективного оценивания объектов. Оценки интервального, бального значения, отношений, вербально-числовые оценки, ранжирование, попарное сравнение это не весь перечень вариантов оценок [11].

Наиболее распространен количественный подход, при котором балльные оценки x_{ij} i -го сотрудника по j -му показателю, могут обрабатываться, с учетом относительных безразмерных весовых коэффициентов $\in [0,1]$ q_j . Простейшая интегральная оценка по i -му сотруднику вычисляется в соответствии с выражением (1):

$$x_i = \sum_{j=1}^n q_j \cdot x_{ij}^H \quad (1)$$

Ввиду различия шкал показателей x_j при формировании агрегирующей функции состояния необходимо прибегать к получению нормированных показателей x_{ij}^H на единой универсальной шкале, например, на единичном отрезке в соответствии линейным преобразованием (2) с учетом максимального $x_{j \max}$ и минимального $x_{j \min}$ значения j -го параметра, которые он принимает на области допустимых значений $x \in X$.

$$x_{ij}^H = \frac{x_{ij} - x_{j \min}}{x_{j \max} - x_{j \min}} \quad (2)$$

В этом случае интегральная оценка научного потенциала вуза будет также определена на интервале $[0, 1]$, а значение этой оценки, близкое к единице, будет означать высокий научный потенциал.

Данную методику оценивания возможно использовать при оценке вклада в научный потенциал вуза не только кадровых его сотрудников, но и аспирантов и студентов. В силу специфики структуры научного потенциала высшей школы. Большое количество показателей объясняется, связанностью с научным руководством, студентами и аспирантами [8].

Интернет развивается и веб-технологий не стоят на месте, новые подходы к построению интеллектуальных информационных систем обеспечили основу для создания информационно-технологических инфраструктур, позволяющие создавать виртуальные глобальные среды с новыми формами научных коммуникаций и новыми возможностями оценки качества и результативности научной деятельности.

В процессе реформирования Российской академии наук (РАН) вновь образованные органы управления отечественной наукой ввели в оборот набор показателей, которые с их точки зрения характеризуют показатели научной продуктивности отдельного ученого, а также научно-исследовательской организации в целом. Не малое внимание уделяется тому, какое количество публикаций, индексируемых в Web of Science, SCOPUS, РИНЦ и некоторых других системах цитирования, индексу Хирша ученых, импакт-факторам журналов, в которых опубликованы работы ученого и тому подобные. Теперь на второй план отходят традиционно использовавшиеся в научном сообществе показатели цитирования отдельных публикаций и общее количество цитирований публикаций автора в качестве самостоятельных оценок [12].

К показателям результативности научной деятельности ученого относятся:

- публикации в рецензируемых журналах;
- монографии;
- патенты;
- выступления на конференциях разного уровня;
- подготовка учебных курсов;
- защиты диссертаций и т. п.

Основные структурные единицы анкеты научного сотрудника:

– «образовательные свойства»: базовое образование, место получения высшего и постдипломного образования, ученая степень, повышение квалификации, стажировки и т.д.

– «научные свойства»: принадлежность к научной школе, количество научных публикаций, переводы на иностранные языки, участие в научной жизни (конференции, семинары и т. д.), научные премии и другие знаки признания со стороны компетентных коллег;

– «административные свойства»: посты в научных, образовательных и государственных институтах, членство в редколлегиях и ученых советах, участие в экспертизе и деятельности комиссий, комитетов и рабочих групп и т.п.;

– «медиа-свойства»: публикации в СМИ автора и об авторе, включая рецензии, выступления с публичными лекциями, выступления на телевидении и радио, ведение персональных сайтов или блогов [13].

1.1.3 Существующие модели научно-исследовательских групп и их недостатки

В России вузы распределяются по рейтингу, в которой входят сто лучших высших образовательных учреждений. По данным [14] на 2017 год лучшим считается Московский государственный университет. Также в университетах учитывается уровень научно-исследовательской деятельности (ранг). Ученых в вузах оценивают по показателям результативности, опираясь на публикационную активность и научно-исследовательскую деятельность в течение отчетного периода. В каждом университете составляется свой список показателей результативности, в который входят количество опубликованных статей в системах ВАК (высшая аттестационная комиссия) на русском языке, Scopus или WoS на английском языке, учебных пособий, монографий, патентов, участие в грантах, в научных конференциях, защита кандидатских

или докторских диссертаций, защита ВКР (выпускная квалификационная работа) под руководством. На рисунке 3 показан сравнительный анализ показателей результативности, учитываемых в выбранных университетах. Плюсом выделены показатели, которые входят в список, минусом выделены показатели, не учитываемые университетом при общей оценке ученых. Университет выбирает показатели по своему усмотрению, чтобы оценить результаты ученых за год.

Сравнительный анализ призывает, что университеты учитывают количественные показатели для поощрения ученых. Также видно, что университеты не имеют общей методики по оценке научного потенциала исследовательских групп.

пп	Название ВУЗа, показатель результативности	МГУ	СПГУ	ТПУ	СФУ	НГТУ	АГУ	ЮжУрГУ
1	Топ 100 на 2017 год, место	1	4	8	16	26	46	66
2	Уровень научно-исследовательской деятельности,	1	5	7	14	19	46	59
3	Статьи в журналах из списка Топ-25%	+	0	0	0	0	0	0
4	Учебники (до 3-х авторов)	+	0	0	+	+	+	+
5	Учебные пособия (до 3-х авторов, более 5 п.л.)	+	0	0	+	+	+	0
6	Статьи в зарубежных журналах из систем Scopus и/или WoS	+	+	+	+	+	+	+
7	Монографии (до 3-х авторов)	+	0	0	+	+	+	0
8	Статьи в журналах из списка RSCI (до 4 авторов)	+	0	0	+	+	+	+
9	Патенты	+	+	0	+	+	+	+
10	Гранты	0	0	+	+	0	+	0
11	Коллективные учебники (более 3-х авторов)	+	0	0	0	0	0	0
12	Статьи в зарубежных журналах не из списка WoS и/или Scopus	+	0	0	+	0	+	+
13	Коллективные монографии (более 3-х авторов)	+	0	0	0	0	0	0
14	Статьи в российских журналах из списка ВАК (до 4 авторов)	+	0	0	+	+	0	0
15	Коллективные учебные пособия (более 3-х авторов)	+	0	0	0	0	0	0
16	Участие в конкурсах (под руководством)	0	+	+	+	0	0	0
17	Доклады на российских конференциях	+	0	+	0	+	+	0
18	Защита ВКР (под руководством)	0						
19	Защита докторской диссертации (в отчетный период)	+	+	0	+	0	+	0
20	Защита кандидатской диссертации (в отчетный период)	+	+	0	+	0	+	0
21	Суммарное цитирование по WoS	+	0	0	0	0	+	+
22	Оценка научного потенциала исследовательских групп	0	0	0	0	0	0	0
	Ссылка на источник информации	www.msu.ru	www.spbu.ru	www.tpu.ru	www.sfu-kras.ru	www.nstu.ru	www.asu.ru	www.susu.ru

Рисунок 3 – Сравнительная таблица показателей результативности по вузам

1.2 Методы Graph Mining при многофакторном сравнении

Термин Data Mining часто переводится как добыча данных, извлечение информации, раскопка данных, интеллектуальный анализ данных, средства поиска закономерностей, извлечение знаний, анализ шаблонов. Понятие «обнаружение знаний в базах данных» можно считать синонимом Data Mining [11].

Понятие Data Mining, появившееся в 1978 году, приобрело высокую популярность в современной трактовке примерно с первой половины 1990-х годов. До этого времени обработка и анализ данных осуществлялся в рамках прикладной статистики, при этом в основном решались задачи обработки небольших баз данных.

Data Mining – мультидисциплинарная область, возникшая и развивающаяся на базе таких наук как прикладная статистика, распознавание образов, искусственный интеллект, теория баз данных и др., на рисунке 4 представлена мультидисциплинарная область Data Mining.

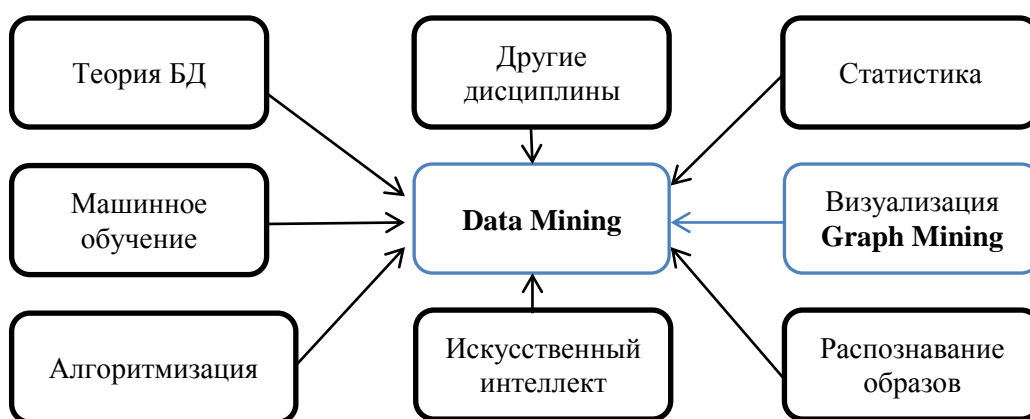


Рисунок 4 – Data Mining как мультидисциплинарная область

Суть и цель технологии Data Mining можно охарактеризовать так: это технология, которая предназначена для поиска в больших объемах данных неочевидных, объективных и полезных на практике закономерностей.

Определение отклонений или выбросов, анализ отклонений или выбросов - обнаружение и анализ данных, наиболее отличающихся от общего множества данных, выявление так называемых нехарактерных шаблонов.

Визуализация (Visualization, Graph Mining). В результате визуализации создается графический образ анализируемых данных. Для решения задачи визуализации используются графические методы, показывающие наличие закономерностей в данных.

Пример методов визуализации - представление данных в 2-D и 3-D измерениях.

Этапы интеллектуального анализа данных обычно включают следующие стадии.

Стадия 1. Выявление закономерностей (свободный поиск).

Свободный поиск представлен такими действиями:

- 1) выявление закономерностей условной логики;
- 2) выявление закономерностей ассоциативной логики;
- 3) выявление трендов и колебаний.

Описанные действия, в рамках стадии свободного поиска, выполняются при помощи:

1) индукции правил условной логики (задачи классификации и кластеризации, описание в компактной форме близких или схожих групп объектов);

2) индукции правил ассоциативной логики (задачи ассоциации и последовательности и извлекаемая при их помощи информация);

3) определения трендов и колебаний (исходный этап задачи прогнозирования).

Стадия 2. Использование выявленных закономерностей для предсказания неизвестных значений (прогностическое моделирование).

Стадия 3. Анализ исключений - стадия предназначена для выявления и объяснения аномалий, найденных в закономерностях.

Способы визуального представления данных. Методы визуализации. «Говорят, один рисунок стоит тысячи слов, и это действительно так, но при условии, что рисунок хороший» У. Боумен [10].

С возрастанием количества накапливаемых данных, даже при использовании сколь угодно мощных и разносторонних алгоритмов Data Mining, становится все сложнее «переваривать» и интерпретировать полученные результаты. А, как известно, одно из положений Data Mining - поиск практически полезных закономерностей. Закономерность может стать практически полезной, только если ее можно осмыслить и понять.

К способам визуального или графического представления данных относят графики, диаграммы, таблицы, отчеты, списки, структурные схемы, карты и т.д.

Визуализация традиционно рассматривалась как вспомогательное средство при анализе данных, однако сейчас все больше исследований говорит о ее самостоятельной роли.

Традиционные методы визуализации могут находить следующее применение:

- представлять – пользователю информацию в наглядном виде;
- компактно описывать закономерности, присущие исходному набору данных;
- снижать размерность или сжимать информацию;
- восстанавливать пробелы в наборе данных;
- находить шумы и выбросы в наборе данных.

Каждый из алгоритмов Data Mining использует определенный подход к визуализации. В ходе использования каждого из методов, а точнее, его программной реализации, получают некие визуализаторы, при помощи которых можно интерпретировать результаты, полученные в результате работы соответствующих методов и алгоритмов.

При использовании двух- и трехмерного представления информации пользователь имеет возможность увидеть закономерности набора данных:

- 1) его кластерную структуру и распределение объектов на классы (например, на диаграмме рассеивания);
- 2) топологические особенности;
- 3) наличие трендов;
- 4) информацию о взаимном расположении данных;
- 5) существование других зависимостей, присущих исследуемому набору данных.

Если набор данных имеет более трех измерений, то возможны такие варианты:

- 1) использование многомерных методов представления информации (они рассмотрены ниже);
- 2) снижение размерности до одно-, двух или трехмерного представления. Существуют различные способы снижения размерности, один из них - факторный анализ.

Современные аналитические средства, в том числе и Data Mining, немыслимы без качественной визуализации. В результате использования средств визуализации должны быть получены наглядные и выразительные, ясные и простые изображения, за счет использования разнообразных средств: цвета, контраста, границ, пропорций, масштаба и т.д.

1.3 Постановка исследовательской задачи

Государство и российские грантодатели (Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ), Российский гуманитарный научный фонд (РГНФ), Министерство образования и науки РФ, Международный инновационный центр нанотехнологий Сколково) заинтересованы в развитии науки в разных сферах деятельности научно-исследовательскими группами с высоким потенциалом. Грант – это безвозмездная субсидия на проведение научного исследования.

Научно-исследовательские группы представляют собой важную составляющую научной деятельности различных организаций. Исследование и анализ научных групп проводится с помощью количественных показателей объединенных в список, у каждой организации свое видение, относительно специфике проводимых исследований. При выборе претендента на грант необходимо учесть большое количество показателей, характеризующие научно-исследовательскую группу, как перспективную для начала или продолжения исследования. Необходима такая методика, которая позволила бы выявлять из огромного количества групп, ту группу, которая будет наиболее успешной на завершении исследования.

Объект исследования: публикационная деятельность научно-исследовательских групп.

Предмет исследования: закономерности в успешной работе ученых.

Цель работы: оценить научно-исследовательский потенциал групп и их соответствие грантовым конкурсам за счет метода прогнозирования потенциала результата работы.

Задачи:

- 1) создать параметрические модели для ученого и научно-исследовательских групп;
- 2) создать метод прогнозирования результата работы научно-исследовательских групп с элементами экспертной системы и Graph Mining, учитывающих условия грантовых конкурсов;
- 3) провести вычислительный эксперимент на базе достижений сотрудников МБК ПФиКТ для иллюстрации работы метода прогнозирования.

Методы и подходы, используемые для выполнения магистерской диссертации: метод нечеткой логики, элементы экспертной системы, метод визуализации Graph Mining.

Научная новизна диссертационной работы заключается в создании метода прогнозирования потенциала результата работы научно-исследовательских групп с элементами Graph Mining.

Практическая значимость использование метода позволит сократить время анализа, автоматизировать процесс обработки заявок для принятия решения о выдаче гранта соответствующей научной группе или о премировании (эффективный контракт).

1.4. Выводы по главе

В первой главе диссертационной работы рассмотрена задача оценки научного потенциала группы учёных. Проведен сравнительный анализ по ВУЗам, в результате чего, выявлено отсутствие метода оценки научного потенциала исследовательских групп.

Рассмотрен метод Graph Mining при многофакторном сравнении, который позволяет визуально оценить показатели результативности групп на графике.

Постановка исследовательской задачи исследования заключается в построении параметрических моделей оценки научного потенциала ученого, исследовательской группы. Модели оценки показателей гранта. Разработка метода прогнозирования потенциала результата научно-исследовательских групп. С помощью метода оценить научный потенциал группы, сравнить соответствие параметров заявки группы к заявленным параметрам гранта.

2 Описание процесса исследования

Во второй главе рассмотрена параметризация объектов исследования, составлены параметрические модели оценки научного потенциала ученого, группы, модель оценки показателей гранта. Изучена оценка показателей методом нечеткой логики, модели экспертной оценки. Разработана методика оценки и прогнозирования потенциала учёного, группы, методика сравнения групп учёных методами Graph Mining.

2.1. Параметризация объектов исследования

2.1.1 Параметрическая модель информационного источника

В любой системе содержится определенный перечень показателей, выражение которых позволяет оценить качество решаемой проблемы и возможность достижения поставленных перед ней задач. Для всякой производственной системы такими параметрами могут считаться: стоимость, доход, прибыль (убытки) за фиксированный период. На выбор параметров оказывает влияние то, ради чего создается система, цели исследования.

Отсутствие возможности в использовании точных методов прогнозирования влечет за собой необходимость применения параметрических методов, суть которых состоит в том, чтобы выявить зависимость между параметрами объекта и достигаемым полезным эффектом, рассчитанным по удельным показателям.

С помощью заранее избранного набора параметров на базе фактических данных количественно оценить исследуемый объект. Для того чтобы объективно оценить объект исследования, необходимо использовать соответствующее множество параметров и показателей [18].

Комплекс показателей, исследуемых для оценки объекта исследований, не регламентирован ни одним нормативно-техническим документом. Все

зависит от цели оценки и опыта исследователей. Кроме групп показателей, характеризующих объект исследования, необходимо оценить с помощью соответствующих показателей ее функционирование в целом. При реализации параметрических методов исследования подбор и измерение параметров могут находиться друг с другом в некоторой корреляционной зависимости. Затем параметры группируются, и выстраивается статистический ряд в соответствии с некоторой функцией.

В ходе параметрических исследований оцениваются отдельные параметры, характеризующие выполнение конкретных функций. Если функциональное исследование ориентировано на целостное представление объекта изучения, на функционирование объекта в целом, то параметрическое нацелено на изучение участвующих в динамике объекта составных его компонентов. При этом следует учитывать то обстоятельство, что понятия функциональных и параметрических исследований относительно, т.е. при переходе на более высокий уровень иерархии функциональные исследования могут рассматриваться как параметрические, и наоборот.

Общий порядок использования параметрического метода при исследовании объектов исследования предполагает следующие действия.

- 1) построить дерево свойств объекта исследования и его компонентов;
- 2) идентифицировать свойства свойств исследуемого объекта по классам;
- 3) определить номенклатуры параметров, характеризующих свойства исследуемого объекта;
- 4) провести квантификацию и шкалирование (по типам шкал: порядковая; интервалов; отношений; разностей; абсолютная) параметров;
- 5) измерить значения параметров;
- 6) разработать модель взаимного соответствия компонентов и параметров объекта;
- 7) рассчитать обобщенные оценки состояния объекта и его компонентов [19].

2.1.2 Параметрическая модель ученого

В ходе исследований по разработке метода прогнозирования результата работ исследовательских групп, была построена параметрическую модель оценки ученого. Параметрическая модель состоит из показателей результативности, таких как патент, учебники, грант, выступления на конференциях, публикации и т.д. У каждого показателя указано значение с состоянием и единицами измерения, которое показатель может принять при анализе [20]. В таблице 3 представлена параметрическая модель оценки научного потенциала ученого и все показатели, которые в нее входят.

Таблица 3 – параметрическая модель оценки научного потенциала ученого

№	Параметр	Единицы измерения	Состояние
1	Патент	шт.	не работает
			исключительно редко
			периодически
			постоянно
2	Учебники	шт.	нет
			более 0
			более 2х
3	ВКР руководитель	чел.	нет
			мало
			среднее
			много
4	Выступления на конференции	шт.	нет
			редко
			периодически
			часто
5	Защита ВКР	шт.	магистерская
			кандидатская
			докторская
6	Грант	шт.	нет
			да (руководитель)
			да (исполнитель)
7	Публикация	шт.	нет
			редко
			периодически
			постоянно
8	Публикация качество	шт.	нет
			низкое
			среднее
			высокое
9	Возраст	лет	
10	Индекс Хирша	число	
11	Сотрудник ВУЗа		штатный
			совмещение

С помощью показателей результативности указанных в параметрической модели можно полноценно выявить потенциал научного сотрудника, занимающегося научной деятельностью в течение учебного года.

2.1.3 Параметрическую модель исследовательской группы

Параметрическая модель оценки научного потенциала группы составляется из показателей результативности ученого, в результате равном научному потенциалу ученого.

Сумма научных потенциалов ученых группы делится на количество ученых, что равняется усреднённому научному потенциалу группы с состояниями низкий, средний, высокий. На рисунке 5 представлена параметрическая модель оценки научного потенциала группы.

$$\sum \begin{array}{|c|c|} \hline \text{Научный потенциал ученого} & \begin{array}{c} \text{низкий} \\ \text{средний} \\ \text{высокий} \end{array} \\ \hline \end{array} \frac{n}{\text{Количество участников группы}} = \begin{array}{|c|c|} \hline \text{Научный потенциал группы} & \begin{array}{c} \text{низкий} \\ \text{средний} \\ \text{высокий} \end{array} \\ \hline \end{array}$$

Рисунок 5 – Параметрическая модель оценки научного потенциала группы.

2.1.4 Модель оценки показателей гранта

Принятие заявки в грантовом фонде состоит из содержательной и формальной экспертизы, формальная часть экспертизы ускоряется за счет метода автоматического анализа показателей результативности ученого и групп. Модель оценки показателей гранта зависит от содержательных требований, какие данные характеризуют грант (конкурсную документацию). Каждый конкурс должен иметь ряд отраслевых и базовых компетентностных характеристик, в совокупности формирующих конкурсный профиль [21]. На

его основании имеется возможность проверить степень перекрытия между оценкой потенциала научной работы группы и гранта.

Модель оценки показателей гранта состоит из следующих параметров:

- 1) информация об обобщенной группе, состоящая из показателей – предметный потенциал, социальный потенциал, институциональный потенциал ученых, все вместе дает научный потенциал ученого;
- 2) информация о ранее проведенных грантах, в каких грантах ученые участвовали, по какому научному направлению был грант;
- 3) информация о ключевых словах из международных статей ученых группы связанные с темой гранта;
- 4) информация о ключевых словах из опубликованных статей ученых группы связанные с темой гранта.

Задача выявления наиболее потенциально перспективных заявок не ограничивается точечным сравнением заявка–условия конкурса. Это задача многокритериального сравнения, не имеющая одного явного признака оптимальности. По этой причине необходимо сравнить потенциал претендующих на получение финансирования коллективов используя метод визуализации, дав лицу, принимающему решение, самостоятельно сделать выбор. Для этого используется метод визуализации, сравнивая альтернативы (группы претендентов) в многофакторном пространстве (инструменты Graph Mining).

2.1.5 Оценка показателей методом нечеткой логики

Основные понятия нечеткой логики. Классическая логика оперирует только двумя понятиями: «истина» и «ложь», и исключая любые промежуточные значения. Аналогично этому булева логика не признает ничего кроме единиц и нулей.

Нечеткая же логика основана на использовании оборотов естественного языка. Человек сам определяет необходимое число терминов и каждому из них

ставит в соответствие некоторое значение описываемой физической величины [22]. Для этого значения степень принадлежности физической величины к терму (слову естественного языка, характеризующего переменную) будет равна единице, а для всех остальных значений – в зависимости от выбранной функции принадлежности.

При помощи нечетких множеств можно формально определить неточные и многозначные понятия, такие как «высокая температура», «молодой человек», «средний рост» либо «большой город». Перед формулированием определения нечеткого множества необходимо задать так называемую область рассуждений. В случае неоднозначного понятия «много денег» большой будет признаваться одна сумма, если мы ограничимся диапазоном [0, 1000 руб.] и совсем другая – в диапазоне [0, 1000000 руб.] [23].

Научные сотрудники в течение учебного года занимаются различной научной деятельностью, также пишут статьи на тему исследований, участвуют с докладом на конференциях, пишут выпускные квалификационные работы, участвуют в грантах от вуза или от грантовых учреждений, регистрируют патенты на изобретение, руководители помогают магистрантам и аспирантам в написании диссертационных работ. Для оценки трудового участия научного сотрудника были составлены анкеты, в которых указаны показатели результативности отдельно для магистранта, аспиранта, кандидата наук, доктора наук. В анкете, по каждому показателю, установлена своя количественная шкала и три состояния значения. По данным анкетам был проведен опрос у научных сотрудников (экспертов), имеющих ученое звание [24]. Экспертам нужно было указать диапазон значений, отражающий количество работ, характеризующий результативность научной деятельности магистранта, аспиранта, преподавателя, кандидата и доктора наук как низкую, среднюю, высокую за 1 учебный год. Анкеты для определения диапазона значений, отражающих количество работ, характеризует результативность научной деятельности для аспиранта, кандидата наук, доктора наук представлены в приложении А-В.

Анкета

Укажите, какой диапазон значений, отражающий количество работ, характеризует результативность научной деятельности магистранта как низкую/среднюю/высокую за 1 учебный год.

Студент (магистрант)

	низкое значение	среднее значение	высокое значение
1	Статья, шт.	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	
2	Доклад на конференции, шт	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
3	Участие в гранте, шт	0 1 2 3 4 5	

Рисунок 6 – Анкета для выявления результативности у магистранта

После опроса экспертов по анкетам, был проведен анализ и выявление средней экспертной оценки по методу нечеткой логики и построены графики по каждому показателю, указанному в анкете. На каждом графике указаны две оси по количественному показателю штук и экспертной оценке по коэффициенту уверенности равному 1. На рисунке 6 представлена анкета магистранта с показателями результативности.

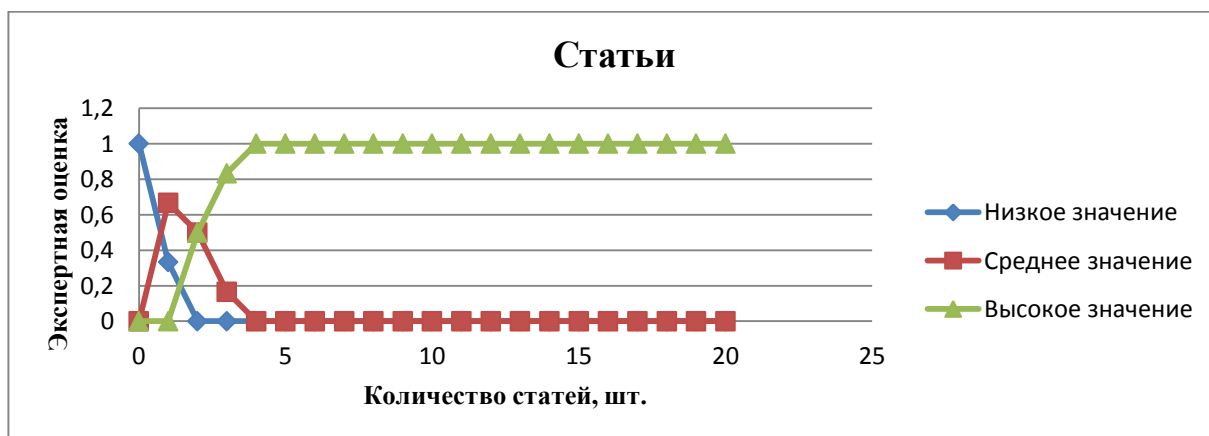


Рисунок 7 – Статьи опубликованные за один год

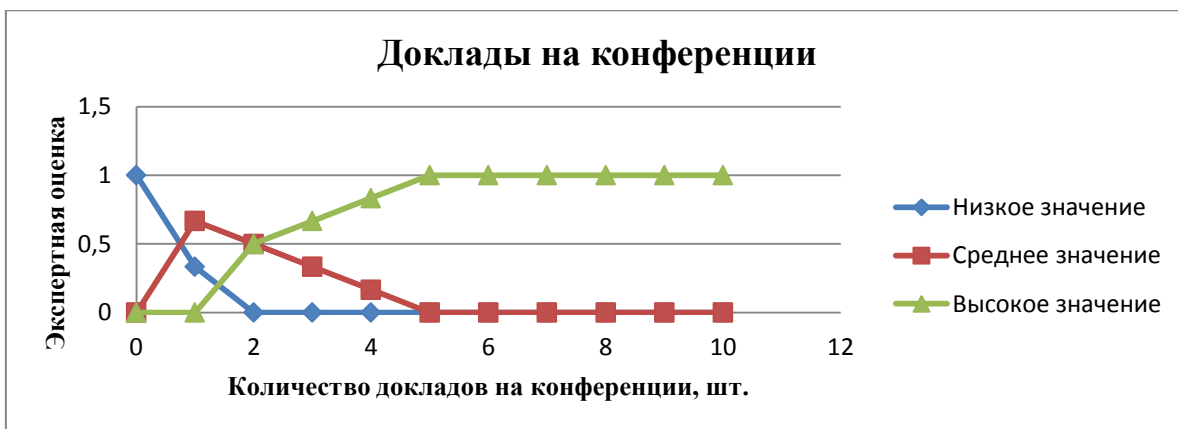


Рисунок 8 – Доклады на конференциях за один год у магистранта

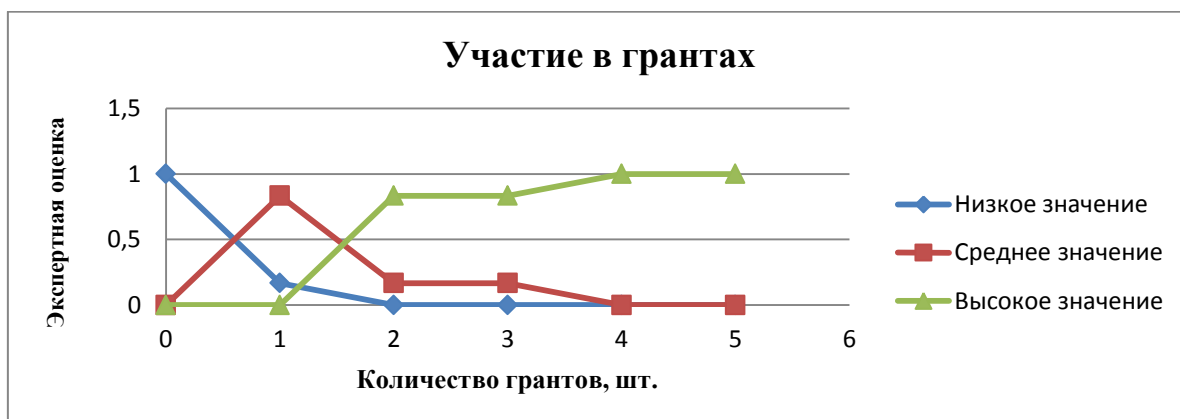


Рисунок 9 – Участие в грантах за один год

По анкете магистранта получены оценки экспертов, выявлены интервалы значений для определения качественных показателей статьи, доклада на конференции, участие в гранте, которые представлены на рисунке 7,8,9.

2.2 Модели экспертной оценки

2.2.1 Методика оценки и прогнозирования потенциала учёного

Для решения любой задачи необходимо наличие первоначальных данных. Для таблицы «Показатели» выделены названия столбцов: Показатель – название; вид показателя – статья, учебник, патент; год; уровень –

региональный, всероссийский, международный; ключевые слова; тематика; язык; цитируемость; автор; ученая степень; вуз; библиографические данные представлены.

Для таблицы «Мероприятия» были выделены названия столбцов: название; вид показателя; ФИО; ключевые слова; роль – руководитель; форма выступления; уровень; грант; тематика; год; признак завершенности; библиографические данные.

Список данных содержит опубликованные статьи на русском и английских языках, учебники, регистрацию патентов, выступления с докладами на конференциях, участие в грантах, защита ВКР, цитируемость.

С помощью собранных данных можно привести анализ результативности научных сотрудников, создать профиль ученого, заполнить создаваемую параметрическую модель, заполнить базу данных для будущей программы, которая будет нацелена на прогнозирование результата работ научно-исследовательских групп [25].

Научные сотрудники, а именно преподаватели, были проанализированы, и по каждому составлен профиль ученого и общий список научных сотрудников. В профиль ученого вошли такие данные как ФИО научного сотрудника, возраст, ученая степень, форма работы в СФУ (в штате, по совместительству), индекс Хирша, и общее количество статей, учебников, патентов, выступлений с докладом, руководство у магистрантов, грантов.

Профиль ученого необходим для оценки результативности отдельно взятого научного сотрудника, оценить его достижения за выбранный период. В программном приложении, диссертационного исследования, будет создана возможность одним нажатием посмотреть список показателей и мероприятий, в которых участвовал научный сотрудник [26]. Это нужно для того, чтобы не перерабатывать целые тома документов в поисках нужной информации, при наличии базы данных, которая заполняется своевременно ответственным работником, программа соберет, запрашиваемую информацию, намного быстрее.

Общая схема принятия решений делится на три фазы. Фаза обработки данных, т.е. осуществляется сбор и ввод данных в информационную систему исходных данных. Вторая фаза автоматической оценки научного потенциала, которая делится на под этапы.

- 1) на основе параметрической модели ученого формируется оценка из данных, которые находятся в базе данных;
- 2) перевод количественных значений оценок в качественные, с помощью метода нечеткой логики [27];
- 3) оценить научный потенциал ученых, которые объединены в группу, используя продукционную экспертную систему;
- 4) усреднение оценок, чтобы определить потенциал группы;
- 5) оценить совпадающие требования заявки и опыта группы.

Третья фаза проводится при автоматизированном принятии решения, какая группа наиболее соответствует заявке. Лицо, которое принимает решение, получает наглядно все данные по оценке в количественном и графическом виде.

Параметрическая модель оценки научного сотрудника состоит из показателей результативности. На рисунках 10,11,12,13 представлена схема оценки научного потенциала ученого.

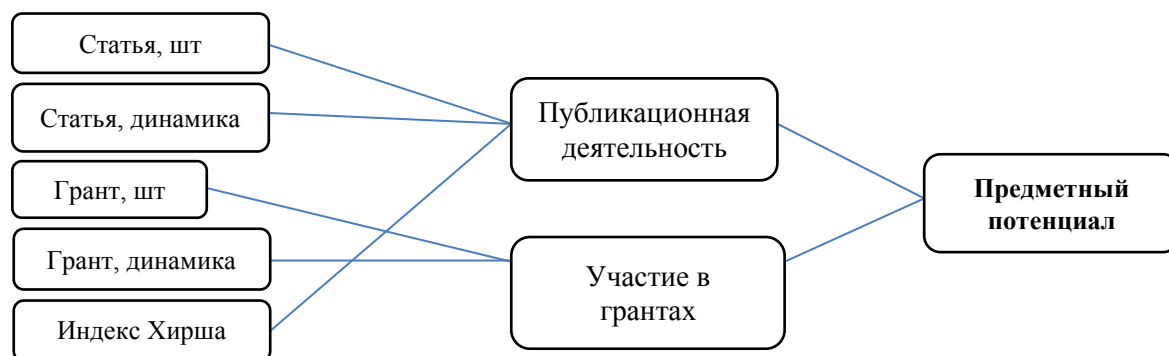


Рисунок 10 – Предметный потенциал

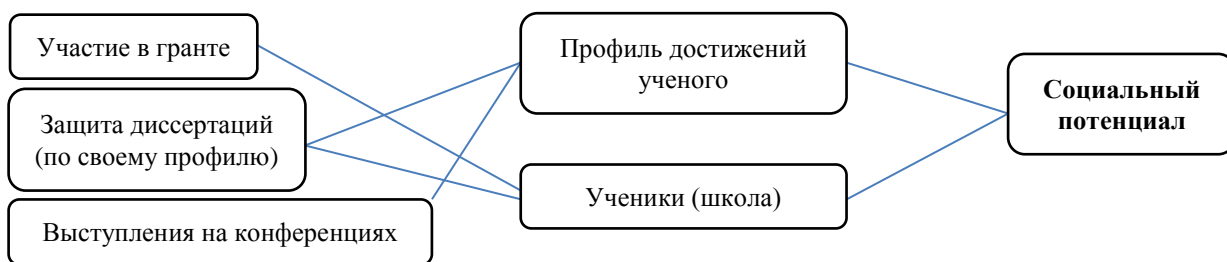


Рисунок 11 – Социальный потенциал



Рисунок 12 – Институциональный потенциал

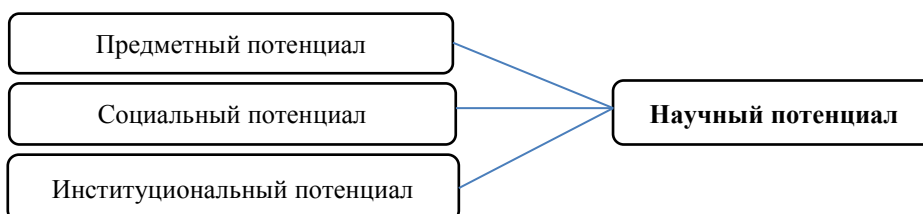


Рисунок 13 – Научный потенциал

Предметная характеристика включает в себя личные достижения ученого, научные достижения, успехи. Социальная характеристика – руководительская деятельность, научная работа, выступления на конференциях. Институциональная характеристика – личные достижения, основное место работы, написание учебного материала.

Параметрическая модель научных достижений ученого можно представить в виде совокупности двух групп факторов: научные достижения ученого и достижения его учебно-педагогической деятельности. Несмотря на

то, что четкую границу провести между ними затруднительно, проводим их условное деление. К научным достижениям относятся показатели, требующие оценки суммарного, среднего значений и темпов роста (число публикаций, патентов/свидетельств о регистрации, грантов, докладов на конференциях); показатели успешности научной работы (факты защиты кандидатской/докторской диссертации, индекс Хирша); общие данные (возраст, характер работы в научно-образовательном учреждении). Показателями научно-педагогической деятельности являются данные об успешно защищенных под руководством ученого выпускных квалификационных работах, выдающиеся достижения учеников на научных мероприятиях (подтвержденные дипломами и сертификатами), публикация монографий и учебников [28]. Обе группы факторов извлекаются из базы данных с первичной информацией, которая содержит, кроме прочего, ассоциированные наборы ключевых слов.

Для дальнейшей обработки этих данных необходимо выделить их пространство качественных состояний. Для большинства из них будут вектора значений «нет», «мало», «средне», «много». Эти оценки сильно зависят от того, с каким по статусу ученым мы имеем дело. По этой причине все персоналии были разделены на пять групп: студенты (магистранты), преподаватели без ученой степени, аспиранты и научные работники без ученой степени, кандидаты наук, доктора наук. Так как большинство значений показателей в модели имеет числовую природу (суммы, средние значений и темпы роста за исследуемый период), то их необходимо переводить в качественные оценки с учетом статуса ученого. С этой целью было проведено исследование, позволившее собрать мнения экспертного сообщества о соответствии количественных показателей качественным оценкам [29]. Так как эти оценки имели субъективную природу, то они были обобщены в наборы характеристических функций по методу нечеткой логики.

Методика расчета прогноза.

Пусть дан статистический ряд $X(t)$ из n значений. Для прогноза значения $X(t+1)$, т.е. значения в точке $n+1$, необходимо рассчитать:

Темпы прироста определяют по формуле (3):

$$T_t = \frac{X^{t+1}}{X^t} \quad (3)$$

Вычислить средний темп определяют по формуле (4):

$$\bar{T} = \sqrt[n-1]{\prod_{t=1}^{n-1} T_t} \quad (4)$$

Сделать прогноз по формуле (5):

$$X^{t+1} = T \cdot X^t \quad (5)$$

Экспертная система (ЭС, англ. expert system) — это компьютерная система, которая способна частично заменить специалиста-эксперта в разрешении какой либо задачи. В информатике экспертная система рассматривается совместно с базой знаний как модель поведения экспертов в определённой области знаний с использованием процедур логического вывода и принятия решений, а база знаний — как множество фактов и правил логического вывода в выбранной предметной области деятельности [31].

Для определения научного потенциала у научного сотрудника составлены четыре экспертные системы для оценки предметного потенциала, социального и институционального потенциала. Каждая экспертная система включает в себя входящие факторы (показатели, которые были преобразованы из количественных в качественные значения). На рисунке 14 представлены общие параметры или входящие факторы для оценки предметного потенциала [32].

Для реализации механизма экспертных систем используем FLM_Builder – программу для построения экспертной системы с помощью моделей нечетной

логики, с настройкой правил для принятия решения. Далее на рисунках представлены данные, построенные в программе FLM_Builder [33].

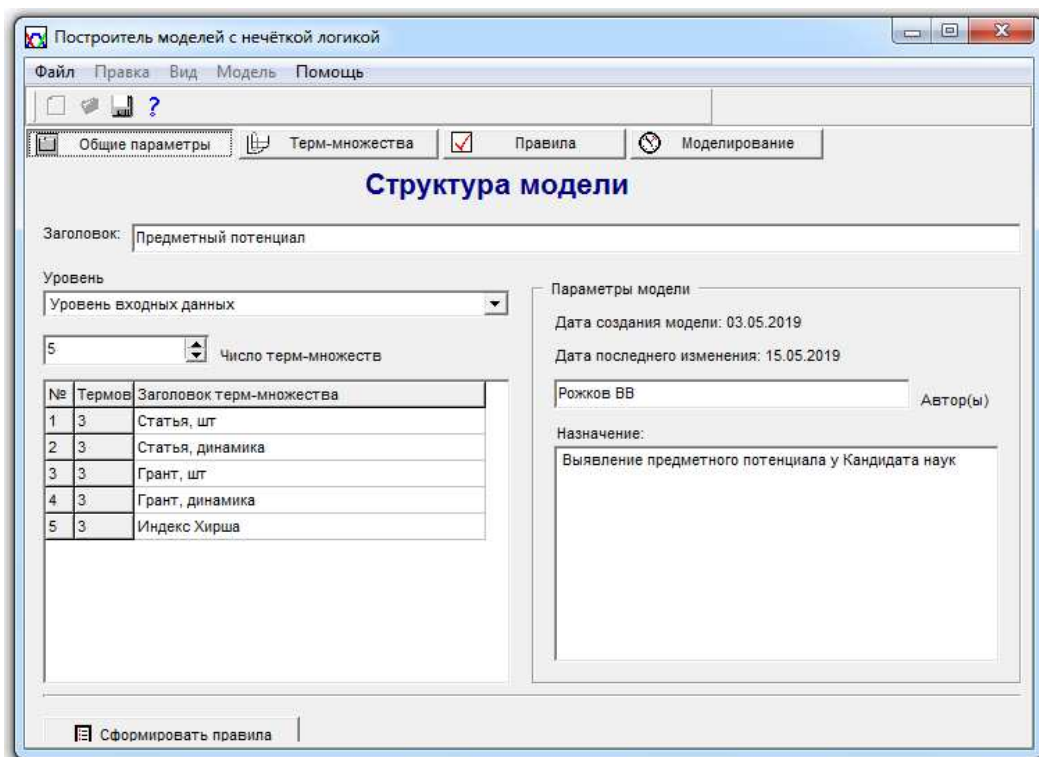


Рисунок 14 – Общие параметры экспертной системы

T – множество ее значений (терм-множество), представляющих собой наименования нечетких переменных, областью определения каждой из которых является множество X . Множество T называется базовым терм-множеством лингвистической переменной. Чтобы избежать большого количества символов:

1) β –наименование лингвистической переменной, символ β используют как для названия самой переменной, так и для всех ее значений;

2) пользуются одним и тем же символом для обозначения нечеткого множества и его названия, например терм «Статья», являющийся значением лингвистической переменной $\beta =$ «публикация», одновременно есть и нечеткое множество C («Статья»).

Присвоение нескольких значений символам предполагает, что контекст позволяет разрешить возможные неопределенности. На рисунке 15 представлена вкладка с терм-множествами.

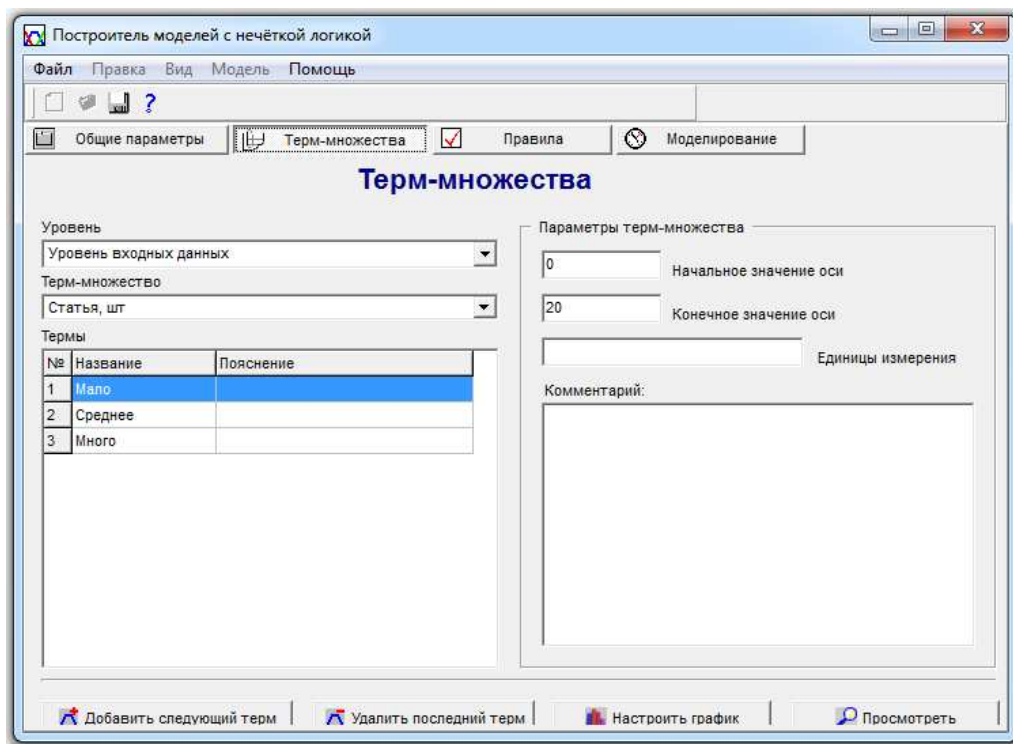


Рисунок 15 – Терм-множества экспертной системы

Схема терм-множества представлена на рисунке 16. Схема строиться на основании экспертных оценок специалистами в данной области, по интервалам значений от низкого до высокого значения.



Рисунок 16 – Схема терм-множества для фактора статья

В экспертных системах всегда есть список правил или база знаний, эти правила отражают экспертные знания. Правила необходимы для верного принятия решений. На рисунке 17 представлены правила модели для условий, имеющих направление и значение.

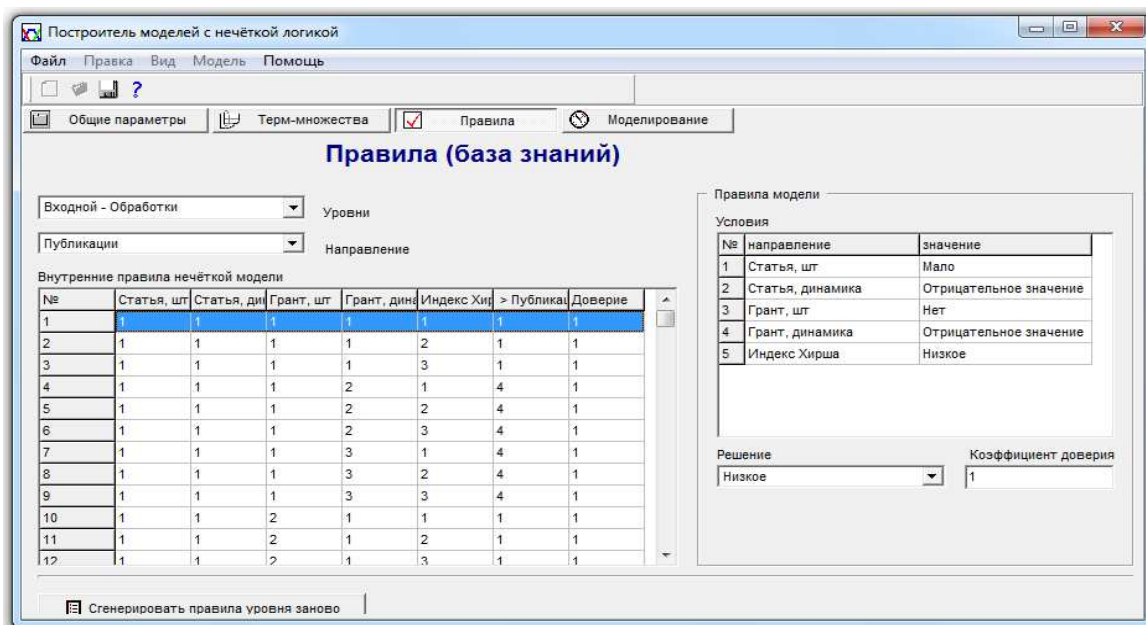


Рисунок 17 – Правила для факторов в экспертной системе

Процесс моделирования в экспертной системе показан на рисунке 18. Моделирование позволяет задать необходимые значения и получить результирующее терм-множество и вариант ответа с коэффициентов вероятности.

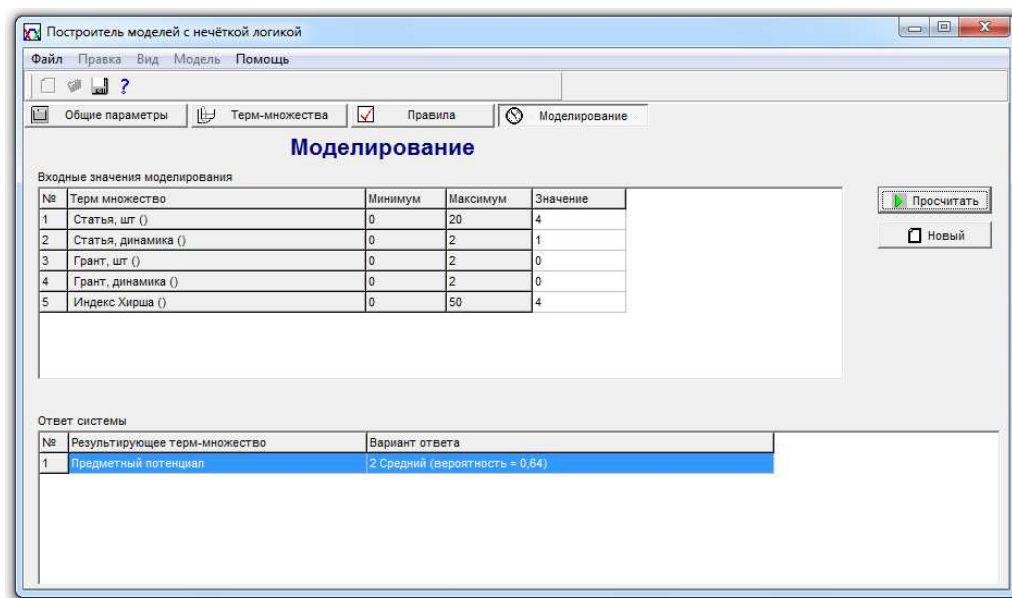


Рисунок 18 – Процесс моделирования принятия решения в экспертной системе

Выше было показано, как на второй фазе анализа отобранные и статистически обобщенные данные переводятся из количественного состояния в качественное [34]. Далее происходит переход к оценке результативности работы коллектива.

Обработанные экспертной системой данные вновь обобщаются по группе ученых, подавших заявку, но с учетом тех ключевых слов и специализации, которые характеризуют деятельность ученых (через их первичные показатели). На выходе имеется профиль группы, демонстрирующий оценку её потенциала научной работы.

2.2.2 Методика оценки потенциала группы

Методика оценки потенциала группы заключается в следующем, группа состоит из n количества ученых, их научный потенциал ученого, рассчитанный в методике по оценке потенциала ученого с помощью экспертной системы и дерева принятия решений, объединяется и усредняется. На рисунке 19 представлено дерево принятия решений для группы. Усредненный потенциал

- 3) ключевые слова по опубликованным статьям ученых в группе;
- 4) ключевые слова по завершенным грантам ученых в группе.

Вторым действием выбор параметров гранта/конкурса. Тема гранта, научное направление, ключевые слова, относящиеся к теме гранта.

Третьим действием расчет показателей групп относительно характеристик гранта с использованием средств Graph Mining:

- 1) процент совпадения ключевых слов заявки на конкурс с ключевыми словами гранта;

- 2) процент совпадения ключевых слов международных статей ученых заявки на конкурс с ключевыми словами гранта:

- 2.1) рассчитать распределение совпадения ключевых слов в международных статьях к ключевым словам гранта (0 ... n)

- 2.2) поделить каждый столб на n (Ключевые слова гранта) и исключаем нулевой столб из решения

- 2.3) рассчитать матожидание по формуле (6):

$$M(x) = \sum_n x_i \cdot p_i \quad (6)$$

где x_i – число статей на шкале, p_i – результат шага 2

- 2.4) определить в какой диапазон K попало M (матожидание)

если $M \in [0;1]$ то $k:= 1,5$

если $M \in [1;2]$ то $k:= 2,5$

если $M \in [2;3]$ то $k:= 3,5$ и т.д.

- 2.5) $(K \times 1/X) \cdot 100$ рассчитать процентное соотношение ключевых слов международных статей к ключевым словам гранта по формуле (7)

$$\left(K \cdot \frac{1}{x} \right) \cdot 100 \quad (7)$$

- 3) процент совпадения ключевых слов по статьям ученых, которые у них опубликованы, с ключевыми словами гранта;

4) процент совпадения ключевых слов грантов ученых с ключевыми словами гранта, расчет производится аналогично как по международным статьям.

Рассчитав показатели групп относительно характеристик гранта, строится график в гиперпространстве, с помощью визуализации Graph Mining, по осям координат по оси Y научный потенциал группы, по оси X процент соответствия к гранту. С помощью Graph Mining оценка групп производится таким образом: группы с низким научным потенциалом и процентом соответствия будут находиться ближе к нулевым координатам, группы имеющие высокий потенциал и высокий процент соответствия – в верхнем правом углу графика [37]. Размер окружности, отмеченной группы, характеризует визуальное значение научного потенциала.

2.4 Выводы по главе

При описании процесса исследования во второй главе были составлены параметрические модели оценки научного потенциала ученого и группы ученых. Составлена модель оценки показателей гранта, с входящей информацией и описанием показателей. Определены действия по оценки количественных показателей результативности ученого и перевод количественного значения этих показателей в качественное значение при помощи стандартного метода нечеткой логики.

Составлены модели экспертной оценки для разных категорий ученого с набором правил. Описаны методики оценки и прогнозирования потенциала учёного, группы ученых.

Составлена методика сравнения групп учёных методами Graph Mining. Произведено сравнение группы относительно целевых показателей для заявки на грант. Определены и рассчитаны показатели групп относительно характеристик гранта. Произведен выбор параметров гранта/конкурса. В гиперпространстве располагаются группы в соответствии со значениями.

3 Проведение эксперимента

В третьей части описан порядок постановки эксперимента для заявок по ракетно-космической отрасли. Проведен вычислительный эксперимент. Проанализированы результаты эксперимента.

3.1 Постановка эксперимента для заявок по ракетно-космической отрасли

Эксперимент составляется для заявок на грант по ракетно-космической отрасли. Исходными данными для эксперимента являются статистические данные по показателям результативности ученых собранные на Межинститутской базовой кафедре «Прикладной физики и космических технологий (МБК ПФиКТ) СФУ. Данные собраны за период с 2015 по 2018 гг. и внесены в базу данных разрабатываемой программы, по автоматическому расчету научного потенциала группы ученых и сравнение конкурсных заявок группы с предложенным грантом. База данных создана в программе MS Access. База данных включает в себя таблицы с сотрудниками и их характеристики, мероприятия, показатели результативности, научное направление или тематика, ключевые слова по названиям статей, выступлений, ВКР, грантов, патентов. На рисунке 20 представлена заполненная база данных в программе MS Access [38].

Программа для эксперимента разрабатывалась на языке программирования Delphi 7 [39]. На первом этапе составлен интерфейс главного окна программы, на котором расположены кнопки, отвечающие за ввод и редактирование данных, профиль ученого, оценка группы и сравнительный анализ.

Ввод данных об ученых осуществляется через окно данные, которое содержит вкладки: сотрудники, мероприятия, показатели, ключевые слова, группы, гранты.

Во вкладке сотрудники указывается информация об ученом, его ФИО, возраст, ученная степень, Индекс Хирша, роль (магистрант, руководитель), тема по основному направлению обучения.

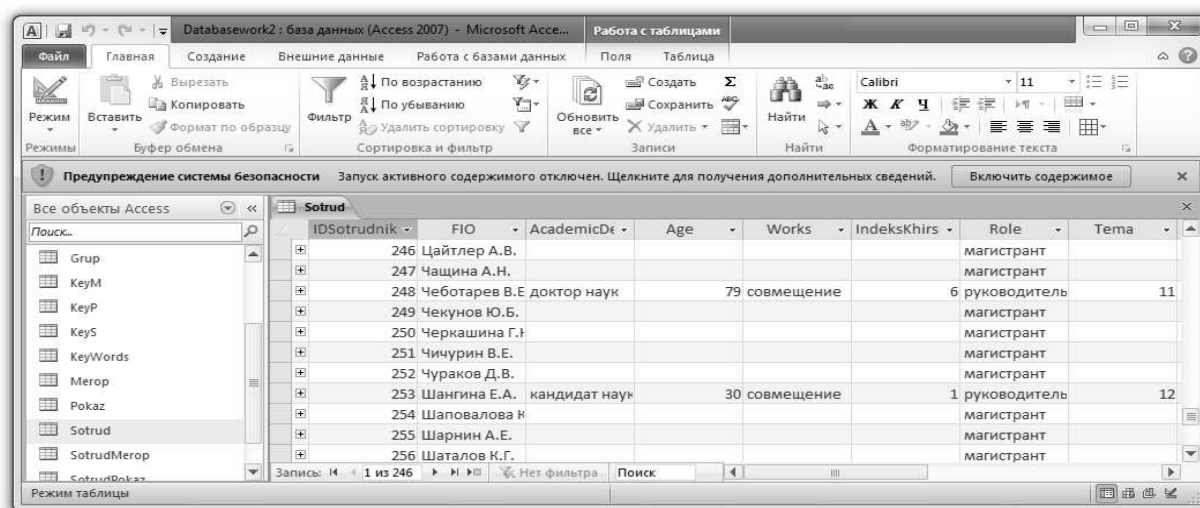


Рисунок 20 – База данных в программе MS Access

На рисунке 21 представлены данные об ученом. Здесь же, нажав на строку с ученым, появляется карточка сотрудника (ученого). Карточка сотрудника нужна для ввода информации об ученом и также для редактирования данных, таких как добавление статей, патентов, грантов, выступлений на конференциях, ключевых слов для каждого показателя [40]. На рисунке 22 представлена карточка сотрудника.

№	ФИО	Научная степень	Возраст	Занятость	Индекс Хирша	Роль	Тематика
59	Виноградов К.Н.					магистрант	
60	Внуков А.А.		35	совмещение		руководитель	Системный анализ
61	Волков М.В.					магистрант	
62	Волошко Ю.Б.					магистрант	
63	Вшивков А.Ю.					магистрант	
64	Вшивкова Н.Ю.					магистрант	
65	Гафарова Е.А.					магистрант	
66	Гетманенко Д.Е.					магистрант	
67	Головаха О.Д.					магистрант	
68	Головенкин Е.Н.	доктор наук	77	совмещение		руководитель	Системный анализ
69	Голубцов А.С.					магистрант	
70	Горностаев А.И.					магистрант	
71	Горсткин Г.А.					магистрант	
72	Гоцелюк О.Б.					магистрант	
73	Гришаев Д.Ю.					магистрант	
74	Грудинина Н.С.					магистрант	
75	Давыдович Н.С.					магистрант	
76	Данилова А.Э.					магистрант	
77	Двирная К.М.					магистрант	
78	Двирный В.В.	доктор наук	72	совмещение	3	руководитель	Технология косми
79	Двирный Г.В.					магистрант	

Рисунок 21 – Интерфейс для ввода данных об ученом

ФИО	Чеботарев В.Е.	Тематика	Техническая физика	Изменить
Роль	руководитель	Возраст	79	
Ключевые слова	different coordinate systems efficiency analysis geostationary orbit navigation satellites peculiarities precision space platform design solving navigation space debris	бесшаблонное формирование рабочей поверхн	OK	Удалить
Мероприятия	Архитектура высокоорбитального дополнения к системе ГЛОНАСС Исследование последствий воздействия микрометеорита на герметичный космическ Лунная информационно - навигационная обеспечивающая система Методика расчета энергобаланса систем электропитания космического аппарата Моделирование последствий воздействия метеороидной (техногенной) частицы на косм Неметаллические теплопроводящие материалы в системах терморегулирования косм Область использования тепловых труб в терморегулировании космических аппара	Защита высокотехнологичных устройств от эк	OK	Удалить
Показатели	Cost Efficiency Analysis of Space Debris Removal from Geostationary Orbit Using Service Sp Peculiarities of precision space platform design for navigation satellites Solving navigation-temporal tasks in different coordinate systems Земные навигационные технологии в селенодезическом обеспечении.	Наземная передвижная антенна спутниковой	OK	

Рисунок 22 – Карточка сотрудника

Профиль ученого состоит из списка профилей ученых на каждого ученого и карточки ученого, которая содержит общую информацию об ученом и динамику по показателям (статьи, патенты, выступления, и т.д.) за период 4 года с 2015 по 2018 гг. На рисунке 23 показан список профилей ученых.

Данные в карточке ученого выводятся и обобщаются автоматически из базы данных, которые были введены первоначально в таблице данные. На рисунке 24 показан профиль ученого с динамикой по показателям.

№	ФИО	Научная степень	Возраст	Занятость	Индекс Хирша	Роль	Потенциал	Вероятность
241	Фролов Н.В.					магистрант		
242	Хвалько А.А.	кандидат наук	34	совмещение		руководитель		
243	Хламцов А.Д.					магистрант		
244	Холодилова С.В.					магистрант	1	0,75
245	Холодилова В.А.					магистрант	1	0,75
246	Цайтлер А.В.					магистрант	1	1
247	Чащина А.Н.					магистрант	1	1
248	Чеботарев В.Е.	доктор наук	79	совмещение	6	руководитель	1	0,75
249	Чекунов Ю.Б.					магистрант		
250	Черкашина Г.Н.					магистрант		
251	Чичурин В.Е.					магистрант		
252	Чураков Д.В.					магистрант		
253	Шангина Е.А.	кандидат наук	30	совмещение		1 руководитель		
254	Шаповалова К.И.					магистрант		
255	Шарнин А.Е.					магистрант		
256	Шаталов К.Г.					магистрант		
257	Шатров А.К.	доктор наук	70	совмещение		руководитель		
258	Шевардов В.Ф.					магистрант		

Рисунок 23 – Список профилей ученых

ФИО	Возраст	Ученая степень	Работа	Индекс Хирша
Чеботарев В.Е.	79	доктор наук	совмещение	6

Год	Руководитель ВКР	Статьи	Выступления	Руководитель маги	Грант	Учебник	Патент
2015	0	2	0	0	0	0	0
2016	4	1	1	0	0	1	0
2017	2	2	1	1	0	0	0
2018	3	7	1	3	0	0	0
Всего	9	12	3	4	0	1	0

Рисунок 23 – Профиль ученого с основными данными и динамикой по показателям результативности

Оценка научного потенциала ученого производится автоматически в профиле ученого. Расчёт проводится по алгоритму дерева принятия решений, подготавливаются данные, путем перевода количественных показателей в качественные по методу нечеткой логики, используя экспертную систему и правила принимается решение какой научный потенциал у ученого и коэффициент уверенности. На рисунке 24 показаны итоговые расчеты научного потенциала ученого.

Профиль ученого

ФИО	Возраст	Ученая степень	Работа	Индекс Хирша
Чеботарев В. Е.	79	доктор наук	совмещение	6

Год	Руководитель ВКР	Статьи	Выступления	Руководитель маги	Грант	Учебник	Патент
2015	0	2	0	0	0	0	0
2016	4	1	1	0	0	1	0
2017	2	2	1	1	0	0	0
2018	3	7	1	3	0	0	0
Всего	9	12	3	4	0	1	0

Оценка статей: 7 Успех учеников (кол-во диссертаций): 3 Индекс Хирша: 6

Динамика статей: 1,51829448593783 Учебники(написание): 0 Вид должности: 0

Оценка грантов: 0 Динамика грантов: 0 Защита диссертаций: 0

Предметный потенциал: 2 Социальный потенциал: 1 Институциональный потенциал: 1 Научный потенциал: 1

Вероятность: 0,72 Вероятность: 0,675 Вероятность: 1 Вероятность: 0,75

Рисунок 24 – Пример итогового расчета научного потенциала ученого

Заявка группы ученых состоит из списка ученых, результаты научного потенциала ученых, рассчитанные ранее, складывается у всех ученых и усредняется, путем деления на количество ученых в группе. На рисунке 25 показана заявка группы ученых.

Заявка группы

Название группы: Чеботарев В. Е. Создание имитатора Космические аппараты и тех...

Косенко В. Е. Кузнецов С. А. Фатеев А. В. Холодилова В. А. Чеботарев В. Е.	космический аппарат создание имитатора солнечное излучение спутник
----------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

Рисунок 25 – Заявка группы ученых

Заявка группы ученых создается пользователем, в ней указывается название группы, состав ученых, тема научного направления, и ключевые слова. Заявка группы сохраняется для дальнейшего сравнения с конкурсной заявкой гранта. В приложениях Ж,И,К представлены формы заявок групп на грант под руководством ученых.

Конкурсная заявка на грант создается в окне данные, во вкладке грант. Состоит из наименования гранта, тема по научному направлению, список ключевых слов. Конкурсная заявка сохраняется для дальнейшей работы в разделе сравнительный анализ, где оценивается совпадение по ключевым словам. На рисунке 26 представлена конкурсная заявка на грант.

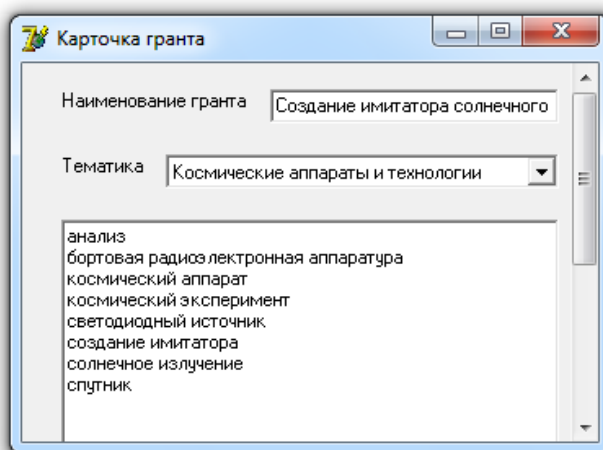


Рисунок 26 – Конкурсная заявка на грант

Научный потенциал группы рассчитывается по показателям результативности, и предполагает наличие определенной схемы принятия решений. Общая схема принятия решений составляется в виде дерева или алгоритма [51]. Также составляется параметрическая модель расчета научного потенциала группы. Для определения научного потенциала ученого и группы используется экспертная система, с необходимыми настройками и правилами. В программе при расчете научного потенциала группы используются параметрическая модель расчета, метод нечеткой логики для перевода

количественных показателей в качественные, экспертная система с правилами разных гипотез.

Итоговый результат оценки научного потенциала группы ученых приводится в форме окна сравнительного анализа. Также в этой форме в табличном виде выводятся результаты совпадения ключевых слов гранта с ключевыми словами группы, международных статей, ученых в группе, грантах, в которых участвовали ученые.

Рассчитанные показатели сравнительного анализа имеют одну величину, указанную в процентах, кроме показателя научного потенциала группы, он показывает вероятность (коэффициент уверенности).

Оценка соответствия группы ученых к конкурсной заявке гранта. Проводится расчет четырех показателей: сравнение ключевых слов гранта с ключевыми словами группы, выявляется совпадение. Второй показатель сравнение ключевых слов гранта с ключевыми словами международных статей группы, находим совпадения, третий - сравниваем слова гранта со словами ученых в группе, и четвертый показатель сравниваем слова гранта со словами грантов, в которых участвовали ученые группы. На рисунке 28 представлен сравнительный анализ конкурсной заявки группы с грантом.

После расчетов показателей для сравнения гранта с группами, строится график пузырькового типа, для каждой группы своя точка. Координаты задаются по показателю научного потенциала группы и средней арифметической суммы четырех показателей сравнительного анализа по группе.

На графике показано кодирование одновременно много параметрической задачи, используются много факторов в гиперпространстве, гипотезы и их соотношение с научным потенциалом, по радиусу группы указывается перспективность работы группы. Визуализация Graph Mining позволяет показать более перспективные группы [52]. Чем больше групп на графике, тем наглядней видно перспективные группы.

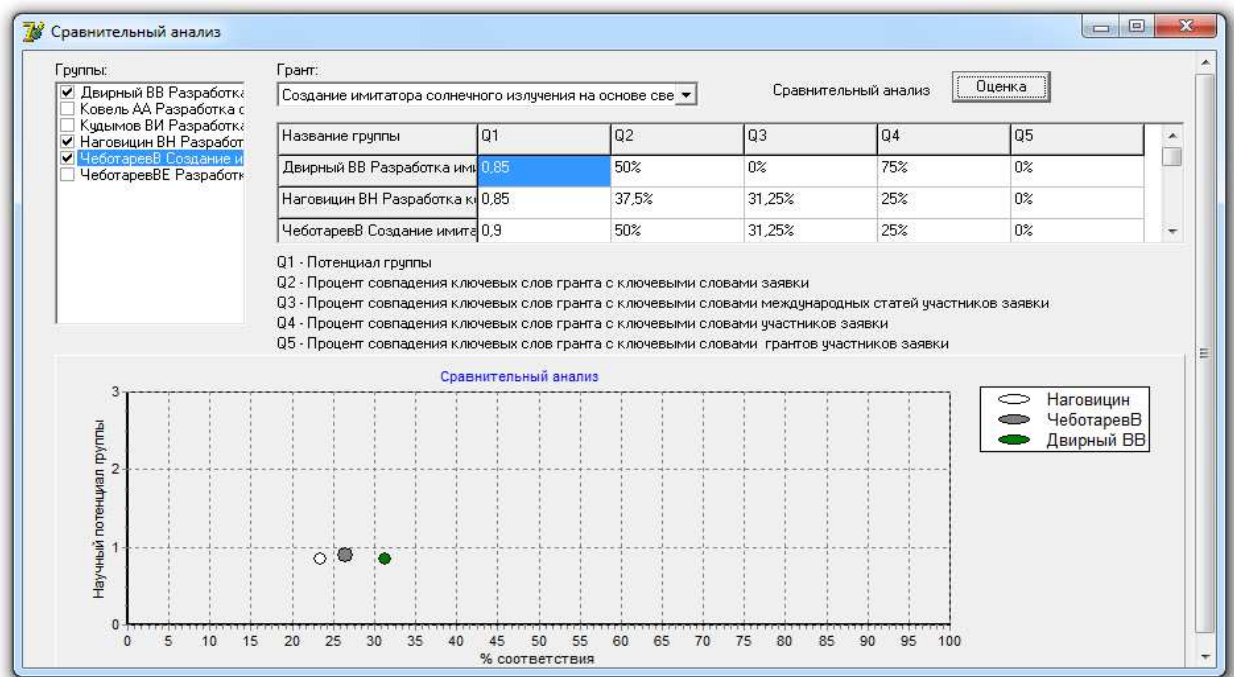


Рисунок 28 – Форма оценки соответствия группы ученых к конкурсной заявке гранта

По месторасположению группы на графике, относительно осей координат, определяется соответствие группы к гранту, если группа находится ближе к нулевым значения, это означает, что у группы низкий потенциал и низкое значение совпадений с условиями гранта [53]. Если группа имеет высокий процент совпадения с условиями гранта и высокий научный потенциал, тогда группа имеет место в верхнем правом углу.

Для эксперимента были составлены три гранта по научному направлению ракетно-космическая отрасль. У каждого гранта своя тема, набор ключевых слов по теме. На один грант были созданы три заявки от разных групп ученых, по данному научному направлению, имеющие опыт работы в этой сфере. Группа состоит из руководителя (ученый) и четырех магистрантов. На рисунке 29 представлен пример формы заявки на грант.

В заявке на грант от группы указываются, ФИО участников, у руководителя возраст, ученая степень, совмещение или штатный работник, Индекс Хирша, тема заявки, ключевые слова по теме заявки, список достижений участников группы.

Название гранта	Создание имитатора солнечного излучения на основе светодиодных источников для наземной обработки космических аппаратов						
Тематика	Космические аппараты и технологии						
Ключевые слова	анализ -- создание имитатора -- солнечное излучение -- светодиодный источник -- космический аппарат космический эксперимент -- бортовая радиоэлектронная аппаратура -- спутник --						
Руководитель	Чеботарев В.Е.	Группа 1		Тема:	Создание имитатора солнечного излучения на основе сверхярких светодиодов для этапа наземной обработки		
Возраст	Ученая степень	Работа штат, совмещение	Индекс Хирша	Ключевые слова:	создание имитатора -- солнечное излучение -- сверхяркий светодиод -- космический аппарат -- спутник		
79	доктор наук	совмещение	6				
Название	Ключевые слова	Вид показателя	Год	Уровень	Тематика	Автор ФИО	Ученая степень
Особенности ориентации навигационных КА	ориентация -- навигационные КА	статья	2018	внутри вузовская	Космические аппараты и технологии	Чеботарев В.Е., Фатеев А.В.	Доктор наук, магистрант
Земные навигационные технологии в селенодезическом обеспечении.	земная -- навигационная технология -- селенодезическое обеспечение	статья	2018	внутри вузовская	Космические аппараты и технологии	Чеботарев В.Е., Кудымов В.И., Коняев А.В.	Доктор наук, магистрант

Рисунок 29 – Форма заявки на грант

Данные с грантов и с заявок вводятся в программу во вкладке данные, далее карточка гранта и заявка группы. После внесения всех данных переходим на вкладку оценка групп на главном окне. Выбираем интересующий нас грант, его название, далее участников заявки, нажимаем оценка сравнительного анализа [54]. Получаем результат в виде рассчитанных показателей гранта и многофакторного визуального представление местонахождения групп на осях координат научного потенциала и процента соответствия к гранту.

Так же для эксперта был разработан бланк ответов. Эксперту выдается тот же пакет документов, состоящий из трех грантов и заявок на каждый грант. Задача эксперта провести анализ заявок групп по каждому гранту, определить

научный потенциал групп, от ранжировать, и зафиксировать время, потраченное на анализ заявок. Все результаты зафиксировать в бланке ответов.

3.2 Проведение вычислительного эксперимента

Вычислительный эксперимент проведен в программе, которая разработана для автоматического расчета научного потенциала группы и сравнительного анализа заявок с условиями гранта. Данные с заявок были введены в программу и обработаны. Также в эксперименте принимал участие эксперт, которому необходимо было, провести сравнительный анализ, определить научный потенциал и от ранжировать группы по местам, по тем же заявкам, предоставленными участниками групп. На рисунке 30 показан пример карточки ученого, в которой видны общие данные об ученом, динамика по показателям результативности, растет научного потенциала ученого.

ФИО	Возраст	Ученая степень	Работа	Индекс Хирша
Чеботарев В.Е.	79	доктор наук	совмещение	6

Год	Руководитель ВКР	Статьи	Выступления	Руководитель маг.	Грант	Учебник	Патент
2015	0	2	0	0	0	0	0
2016	4	1	1	0	0	1	0
2017	2	2	1	1	0	0	0
2018	3	7	1	3	0	0	0
Всего	9	12	3	4	0	1	0

Оценка статей: Успех учеников (кол-во диссертаций): Вид должности:

Динамика статей: Учебники(написание): Защита диссертаций:

Оценка грантов: Динамика грантов: Индекс Хирша:

Предметный потенциал: Социальный потенциал: Институциональный потенциал: Научный потенциал:

Вероятность: Вероятность: Вероятность: Вероятность:

Рисунок 30 – Карточка ученого

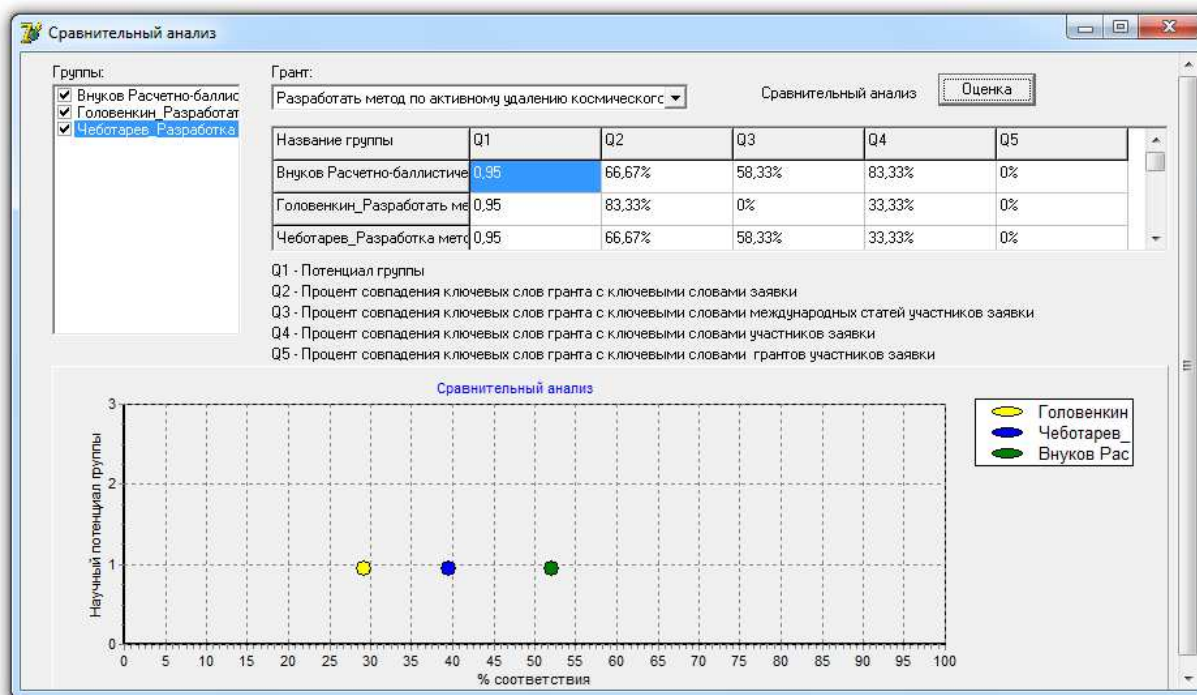


Рисунок 31 – Сравнительный анализ групп по теме гранта «Разработать метод по активному удалению космического мусора с орбиты»

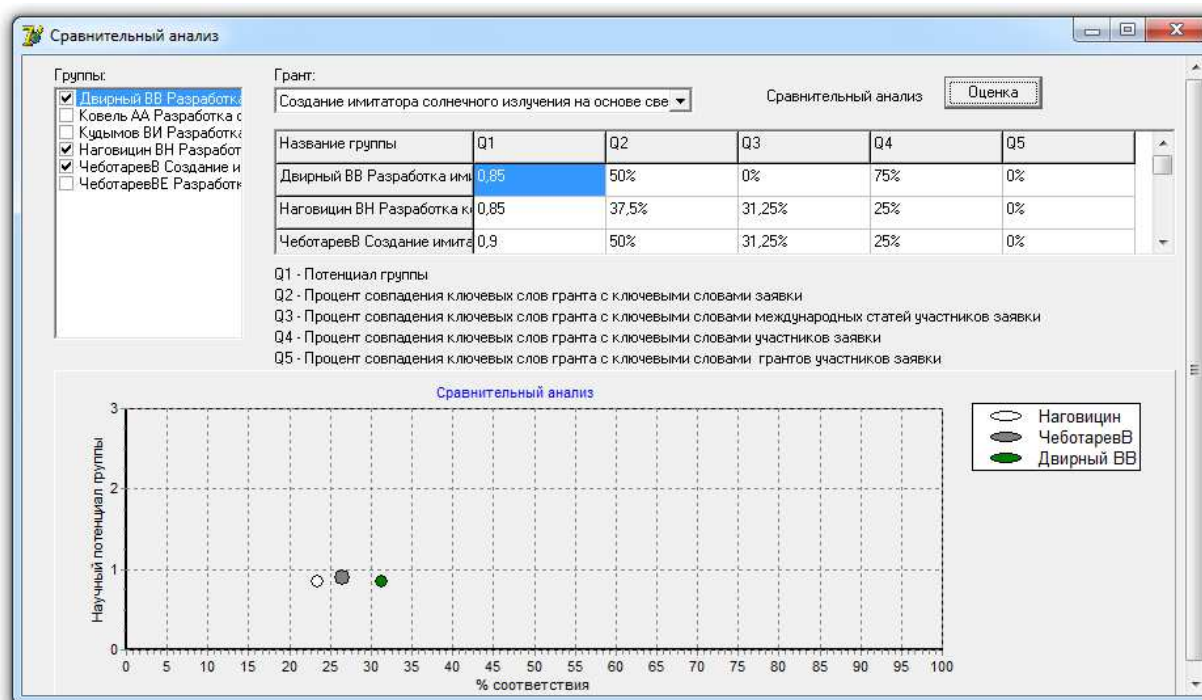


Рисунок 32 – Сравнительный анализ групп по теме гранта «Создание имитатора солнечного излучения на основе светодиодных источников для наземной обработки космических аппаратов»

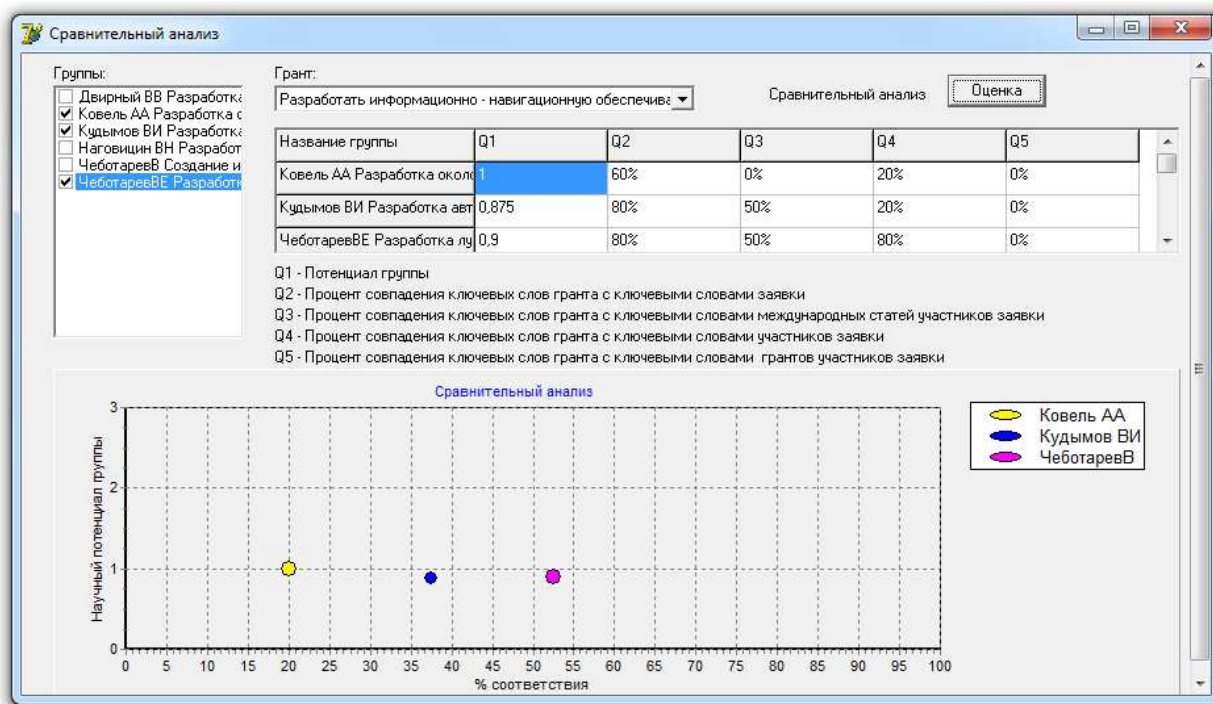


Рисунок 33 – Сравнительный анализ групп по теме гранта «Разработать информационно - навигационную обеспечивающую систему для космического аппарата на Луну»

Бланк ответов эксперта

Название гранта: Разработать метод по активному удалению космического мусора с орбиты

№, название группы	Научный потенциал группы	Ранжирование, место	Время потраченное на анализ заявки, мин.
1 Внуков А.А.	высокий	2	35
2 Чеботарев В.Е.	высокий	1	37
3 Головенькин Е.Н.	средний	3	32

* Научный потенциал группы - низкий потенциал, средний потенциал, высокий потенциал.
 ** Ранжирование - Какой группе предпочтительно выдать грант - место 1, место 2, место 3.

Рисунок 34 – Бланк ответов эксперта по теме гранта «Разработать метод по активному удалению космического мусора с орбиты»

На рисунках 34, 35, 36 представлены бланки ответов эксперта по каждой заявке группы на грант. Оценен научный потенциал группы, проведено ранжирование по местам, зафиксировано время, потраченное на анализ заявок групп.

Бланк ответов эксперта			
Название гранта:		Создание имитатора солнечного излучения на основе светодиодных источников для наземной отработки космических аппаратов	
№, название группы	Научный потенциал группы	Ранжирование, место	Время потраченное на анализ заявки, мин.
1 Чеботарев В.Е.	средний	2	31
2 Двирный В.В.	высокий	1	39
3 Наговицин В.Н.	средний	3	36
* Научный потенциал группы - низкий потенциал, средний потенциал, высокий потенциал. ** Ранжирование - Какой группе предпочтительно выдать грант - место 1, место 2, место 3.			

Рисунок 35 – Бланк ответов эксперта по теме гранта «Создание имитатора солнечного излучения на основе светодиодных источников для наземной отработки космических аппаратов»

Бланк ответов эксперта			
Название гранта:		Разработать информационно - навигационную обеспечивающую систему для космического аппарата на Луну	
№, название группы	Научный потенциал группы	Ранжирование, место	Время потраченное на анализ заявки, мин.
1 Кудымов В.И.	средний	3	45
2 Ковель А.А.	высокий	2	38
3 Чеботарев В.Е.	высокий	1	41
* Научный потенциал группы - низкий потенциал, средний потенциал, высокий потенциал. ** Ранжирование - Какой группе предпочтительно выдать грант - место 1, место 2, место 3.			

Рисунок 36 – Бланк ответов эксперта по теме гранта «Разработать информационно - навигационную обеспечивающую систему для космического аппарата на Луну»

Проведен эксперимент, получены результаты эксперта в виде бланка ответов, результаты программы представлены в таблице значений по показателям и с помощью многофакторного визуального представления на диаграмме.

3.3 Анализ результатов эксперимента

Эксперимент проведен, получены результаты ответов эксперта и ответы программы (системы). Необходимо провести анализ результатов эксперимента, сравнить ответы эксперта и ответы системы между собой, расставить ответы в порядке ранжирования, сравнить время потраченное на обработку анкеты экспертом и системой. Провести корреляцию между сравниваемыми рядами ответов по первому гранту, второму гранту и третьему гранту, для этого используем функцию корреляционный анализ, посчитать коэффициент корреляции между ответами эксперта и системы по первому эксперименту, по второму эксперименту, третьему эксперименту. Рассчитать среднеарифметическое значение коэффициента корреляции [51]. Определить значение коэффициента корреляции по таблице. Сделать вывод.

В таблице 4 показаны ответы эксперта по трем грантам и ранжирование результатов по местам. Аналогично проделано с ответами системы.

Таблица 4 – Ответы эксперта и системы по эксперименту

№	Ответы эксперта			Ответы системы		
	Грант 1	Грант 2	Грант 3	Грант 1	Грант 2	Грант 3
1 место	2	2	3	1	2	3
2 место	1	1	2	2	1	1
3 место	3	3	1	3	3	2

Производим корреляционный анализ, рассчитываем коэффициент корреляции между сравниваемыми рядами ответов по формуле.

Наиболее точным методом расчета коэффициента корреляции является метод квадратов (Пирсона), при котором коэффициент корреляции определяется по формуле (8):

$$r_{xy} = \frac{\sum d_x \cdot d_y}{\sqrt{\sum d_x^2 \cdot \sum d_y^2}} \quad (8)$$

где r_{xy} – коэффициент корреляции между статистическим рядом X и Y.

d_x – отклонение каждого из чисел статистического ряда X от своей средней арифметической.

d_y – отклонение каждого из чисел статистического ряда Y от своей средней арифметической.

Таблица 5 – Результаты коэффициента корреляции

Наименование коэффициента	Грант 1	Грант 2	Грант 3
Коэффициент корреляции	0,5	1	0,5

В зависимости от силы связи и ее направления коэффициент корреляции может находиться в пределах от 0 до 1 (-1). Коэффициент корреляции, равный 0, говорит о полном отсутствии связи. Чем ближе уровень коэффициента корреляции к 1 или (-1), тем соответственно больше, теснее измеряемая им прямая или обратная связь [52]. При коэффициенте корреляции равном 1 или (-1) связь полная, функциональная.

Рассчитав коэффициенты корреляции по трем грантам, заносим результаты в таблицу. В таблице 5 приведены результаты значения коэффициента корреляции.

Получив коэффициенты корреляции по трем грантам рассчитываем среднеарифметическое значение коэффициента корреляции по формуле (9):

$$r_{\text{сред}} = \frac{\sum r_{xy}}{n} \quad (9)$$

где $r_{\text{сред}}$ – среднеарифметическое значение коэффициента корреляции.

n – количество грантов.

$$r_{\text{сред}} = \frac{0,5 + 1 + 0,5}{3} = 0,67$$

Интерпретировать значения коэффициентов корреляции можно следующим образом. Величина коэффициента корреляции отражает силы связи. При оценке силы связи коэффициентов корреляции используется шкала Чеддока [19]. В таблице 6 показан анализ силы связи между переменными.

Таблица 6 – Анализ силы связи между переменными.

Значение	Интерпретация
от 0 до 0,3	очень слабая
от 0,3 до 0,5	слабая
от 0,5 до 0,7	средняя
от 0,7 до 0,9	высокая
от 0,9 до 1	очень высокая

Если величина коэффициента корреляции между переменными равна от 0,5 до 0,7 то это средняя корреляция и в своих интерпретациях стоит обратить на нее внимание.

Таким образом, при сокращении времени на обработку первичных данных по множеству заявок с 1 по 9, были получены результаты, в значительной степени коррелирующие с ответами человека-эксперта. Проверка велась на примере грантов по ракетно-космической отрасли и оценивалась специалистом-отраслевиком.

3.4 Выводы по главе

Качественно подготовлен эксперимент для заявок по ракетно-космической отрасли, он состоял из трех заявок с тремя группами, в каждой группе по 5 ученых. Группы подали заявки на участие в гранте с определенным названием темы. Заявки содержали необходимые разделы: научное направление, тема заявки, ключевые слова по теме, ФИО ученых, список достижений каждого ученого.

Проведен вычислительный эксперимент с участием эксперта и системы, которые по данным в заявках на грант, просчитали научный потенциал группы и определили по ранжированию место лучшей группы. Результаты ответов эксперта оформлены на бланках по трем грантам. Результаты системы представлены в таблице и в виде визуализации данных на диаграмме.

Анализ результатов эксперимента проведен в виде сравнения рядов ответов эксперта и ответов системы, рассчитан коэффициент корреляции по трем экспериментам, вычислен среднеарифметический коэффициент корреляции. С помощью шкалы Чеддока определено значение, которое входит в интервал от 0,5 до 0,7 это означает, что силы связи между переменными средние, близки к высоким, при коэффициенте корреляции 0,67, на результат стоит обратить внимание. Время оценки снизилось в среднем с 37,11 мин. до 0,2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Российская наука насчитывается около 70 научных направлений. вузы, организации объединяются для выполнения грантов (НИР, НИОКР). По каждой теме грантов объявляются конкурсы и подаются сотни заявок на участие. Возникает трудность в обработке и сравнение научно-исследовательских групп без единой информационной базы и метода эффективного сопоставления заявок.

В ходе написания диссертационной работы были созданы параметрическая модель для оценки научного потенциала ученого и для научно-исследовательской группы.

Создан метод прогнозирования результата работы научно-исследовательских групп с элементами экспертной системы число правил 1017 и Graph Mining, учитывающий условия грантовых конкурсов.

Проведен вычислительный эксперимент на базе научных достижений сотрудников Межинститутской базовой кафедры «Прикладной физики и космических технологий» для иллюстрации работы метода прогнозирования. Рассчитаны коэффициенты корреляции по трем экспериментам, вычислен среднеарифметический коэффициент корреляции 0,67. Определено значение силы связи между переменными среднее, близко к высокому. Время оценки заявки снизилось в среднем с 37,11 мин. до 0,2.

Цель работы достигнута. Оценка научно-исследовательского потенциала групп и их соответствие грантовым конкурсам за счет метода прогнозирования потенциала результата работы выполнена. С помощью метода возможно прогнозировать научный потенциал групп в соответствии с грантовыми заявками.

Научная значимость заключается в том, что разработан метод прогнозирования потенциала результата работы научно-исследовательских групп с элементами Graph Mining.

Практическая значимость заключается в том, что использование метода позволит сократить время анализа, автоматизировать процесс обработки заявок для принятия решения о выдаче гранта соответствующей научной группе или о премировании ученого (эффективный контракт).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВУЗ	–	высшее учебное заведение
МБК	–	межинститутская базовая кафедра «Прикладной физики и космических технологий»
ПФиКТ	–	научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
НИОКР	–	научно-исследовательская работа
НИР	–	средства массовой информации
СМИ	–	министерство образования науки РФ
МОН РФ	–	Федеральное агентство научных организаций
ФАНО	–	Российский научный фонд
РНФ	–	Российский фонд фундаментальных исследований
РФФИ	–	Российский гуманитарный научный фонд
РГНФ	–	Высшая аттестационная комиссия
ВАК	–	выпускная квалификационная работа
ВКР	–	

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Знаменский, Д.Н. Вклад сотрудника в научный потенциал вуза: методика расчета и анализа / Д.Н. Знаменский. – Москва: Кадровик. Кадровый менеджмент, 2009, №4, 123 – 130 с.

2 Гохберг, Л.М. Международное сопоставление показателей развития науки / Л.М. Гохберг, В.И. Масленников, Л.Э. Миндели. – Москва: ВИНТИ, 1990. – 65 с.

3 Иванов, В.В. Анализ, оценка и стимулирование эффективности научного потенциала / В.В. Иванов. – Киев: 1990. – 103 с.

4 Гузь, О.А. Методика оценивания научного потенциала вуза / О.А. Гузь к.т.н., зав.каф. А.Н. Полетайкин, ст. преп., В.И. Клименко, студент. – Донецк: ПОЛЕ-ДОН-XXI, 2011. – 512 с. – с. 60 – 65.

5 Волковой, В.Н. Теория систем и системный анализ в управлении организациями / В.Н. Волковой. Справочник. под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. – Москва: Финансы и статистика, 2006. – 848 с.

6 Данные по количеству научных направлений в Российской науке [Электронный ресурс]: Сайт РФФИ. – Режим доступа: <https://www.rfbr.ru>.

7 Знаменский, Д.Н. Вклад сотрудника в научный потенциал вуза: методика расчета и анализа / Д.Н. Знаменский. – Москва: Кадровик. Кадровый менеджмент, 2009, №4 с. 123 – 130

8 Попова, Э.В. Искусственный интеллект: в 3 т. Т.1 Системы общения и экспертные системы / Э.В. Попова. справочник; под ред. Э.В. Попова. – Москва: Радио и связь, 2007. – 464 с.

9 Рейтинг ВУЗов России-2018 [Электронный ресурс]: режим доступа – <http://www.edu.ru/ratings/rejting-vuzov-rossii-2018>.

10 Боумен, У. Графическое представление информации / У. Боумен. – Москва: Издательство Мир, 1971. 228 с.

11 Чубукова, И. А Data mining / И. А Чубукова. Учебный курс лекций. Киев: 2005. – 326 с.

12 Нечеткая логика. Модели нечеткого логического вывода [Электронный ресурс]: режим доступа – <https://studfiles.net/preview/5944461/page:4>.

13 Рожков, В.В. Параметрическая модель оценки потенциала научных групп / В.В. Рожков, В.А. Углев. – Ульяновск: УлГТУ, 2019. (в печати).

14 Величина и сила коэффициента корреляции [Электронный ресурс]: режим доступа – <https://statpsy.ru/correlation/velicina>.

15 Качанов, Ю. Л. Эффективность управления научно-исследовательским коллективом / Ю. Л. Качанов, Н. А. Шматко. – Москва: Университетская книга, 2010. – 176 с.

16 Круглов, В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – Москва: Физматлит, 2001. – 224 с.

17 Мхитарян, В.С. Статистика / В.С. Мхитарян. учебник. под ред. 14-е изд. – Москва: Академия, 2015. – 115 с.

18 Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – Москва: Мир, 1976. – 202 с.

19 Углев, В.А. Применение оценки научного потенциала вуза по результатам анализа научных публикаций / В.А. Углев. Новые информационные технологии в образовании: Материалов Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 2. – Екатеринбург: 2008. – 55 с.

20 Евланов, Л. Г. Экспертные оценки в управлении: учебное пособие / Л. Г. Евланов, В.А. Кутузов. – Москва: Экономика, 2008. – 67 с.

21 Архангельский, А.Я. Программирование в Delphi 7: учебник по классическим версиям Delphi / А.Я. Архангельский. – Москва: Бином – Пресс, 2003. – 816 с.

22 Борисов, С.Б. Введение в среду визуального программирования Delphi 7: Методические указания – Ч.3 / С.Б. Борисов, С.С. Комалов, И.Л. Серебрякова и др.; под ред. Б.Г. Трусова. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 79 с.

23 Кошелев, В. Е. Access 2007. Эффективное использование / В.Е. Кошелев. – Москва: Бином-Пресс, 2015. – 590 с.

24 Ефимова, М.Р. Практикум по общей теории статистики / М.Р. Ефимова, О.И. Ганченко, Е.В. Петрова. Учебное пособие 2-е изд. перераб. и доп. – Москва: Финансы и статистика, 2007. – 67 с.

25 Назарова, М.Г. Практикум по социально-экономической статистике / М.Г. Назарова. учеб.-метод.пособие. – Москва: КНОРУС, 2009. – 56 с.

26 Емелин, Н.М. Научно-исследовательская работа: планирование, организация, контроль / Н. М. Емелин, Е. А. Шведова. М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. центр «Интерфизика». – Москва: Интерфизика, 2007. – 365 с.

27 Минашкина, В.Г. Статистика / В.Г. Минашкина. учебник под ред. – Москва: ТК Велби. Проспект, 2008. – 78 с.

28 Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – Санкт-петербург: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.

29 Нонин, В.Г. Статистика / В.Г. Нонин. учебник под ред. 3-е изд. перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2010. – 121 с.

30 Назаров, М.Г. Статистика / М.Г. Назаров. учеб.-практ. пособие под ред. – Москва: КНОРУС, 2006. – 88 с.

31 Маличенко, И.П. Социально-экономическая статистика с решением типовых задач / И.П. Маличенко. – Москва: Феникс, 2013. – 894 с.

32 Назаров, М.Г. Курс социально-экономической статистики / М.Г. Назаров. – Москва: Омега-Л, 2013. – 964 с.

33 Углев, В.А. Построение моделей с нечёткой логикой на примере программы FLM_Builder / В.А. Углев, Б.С. Добронев. Молодёжь и наука: начало XXI века: Материалы всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных: В 4 ч. Ч. 2. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. – С. 204 – 207.

34 Пегат, А.С. Нечеткое моделирование и управление / А.С. Пегат, А.Г. Подвесовского, Ю.В. Тюменцева пер. с англ.; под ред. Ю.В. Тюменцева. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.

- 35 Батыршин, И.З. Нечеткие гибридные системы: Теория и практика / И.З. Батыршин, А.О. Недосекин и др.; под ред. Н.Г. Ярушкиной. – Москва: Физматлит, 2007. – 208 с.
- 36 Борисов, В.В. Нечеткие модели и сети / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с.
- 37 Рутковская, Д.В. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д.В. Рутковская, М.И. Пилиньский, Л.Р. Рутковский. пер. с польск. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.
- 38 Кауфельд, Дж. Microsoft Office Access 2003 для «чайников» / Дж. Кауфельд. – Москва: Диалектика, 2016. – 320 с.
- 39 Кошелев, В. Е. Access 2007. Эффективное использование / В.Е. Кошелев. – Москва: Бином-Пресс, 2015. – 590 с.
- 40 Ярушкина, Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем / Н.Г. Ярушкина. – Москва: Финансы и статистика, 2004. – 320 с.
- 41 Дьяконов, В.П. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. – Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 456 с.
- 42 Штовба, С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С.Д. Штовба. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
- 43 Нейлор, К. Как построить свою экспертную систему / К. Нейлор. – Москва: Энергоатомиздат, 2006. – 286 с.
- 44 Попов, Э.В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ / Э.В. Попов. – Москва: Наука, 2009. – 288 с.
- 45 Герман, О.В. Введение в теорию экспертных систем и обработку знаний / О.В. Герман. – Москва: ДизайнПРО, 1995. – 255 с.
- 46 Диго, С.М. Проектирование и использование баз данных / С.М. Диго. – Москва: Финансы и статистика, 1995. – 208 с.
- 47 Таунсенд, К. Проектирование и программная реализация экспертных систем на персональных ЭВМ / К. Таунсенд, Д. Фохт. пер. с англ. – Москва: Финансы и статистика, 1990. – 320 с.

48 Джексон, П. Введение в экспертные системы / П. Джексон. – Москва: Изд. Вильямс, 2009. – 683 с

49 Нейлор, К. Как построить свою экспертную систему / К. Нейлор. – Москва: Энергоатомиздат, 2010. – 570 с.

50 Попов, Э.В. Статические и динамические экспертные системы / Э.В. Попов, И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапт. – Москва: Финансы и статистика, 2009. – 445 с.

51 Шихалёв, А.М. Корреляционный анализ. Непараметрические методы / А.М. Шихалёв. Учебно-методическое пособие – Казань: Казан. ун-т, 2015. – 58 с.

52 Мещеряков, В.В. Задачи по статистике и регрессионному анализу с MATLAB / В.В. Мещеряков. – Москва: Диалог-Мифи, 2015. – 448 с.

53 Риордан, Дж. Введение в комбинаторный анализ / Дж. Риордан. – Москва: Диалог-Мифи, 2012. – 195 с.

54 Романовский, В.И. Избранные труды, том 2. Теория вероятностей, статистика и анализ / В.И. Романовский. – Москва: Диалог-Мифи, 2011. – 961 с.

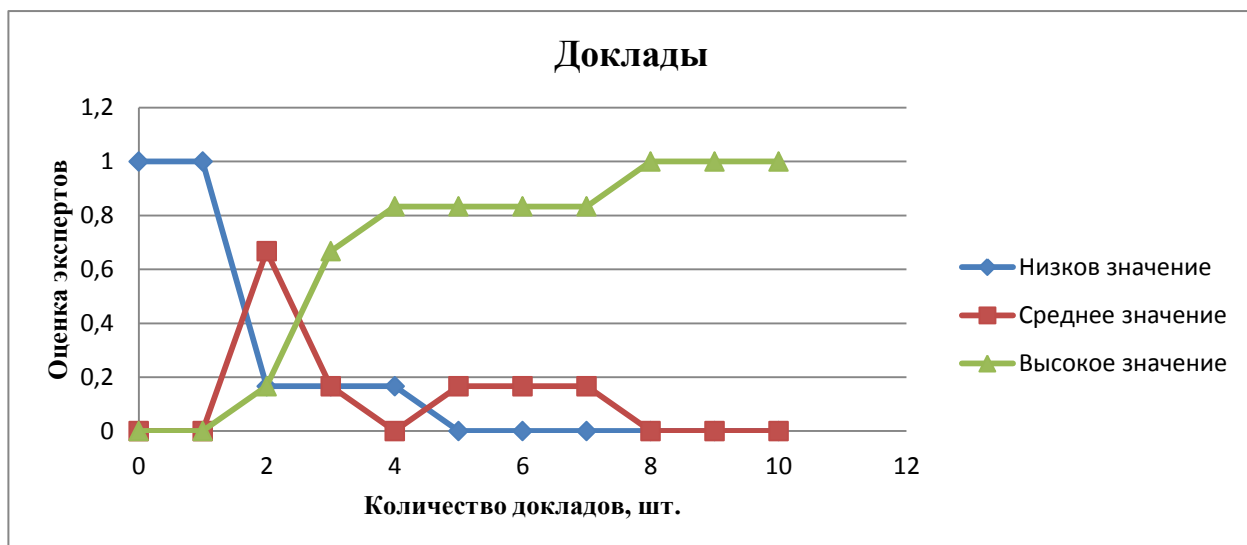
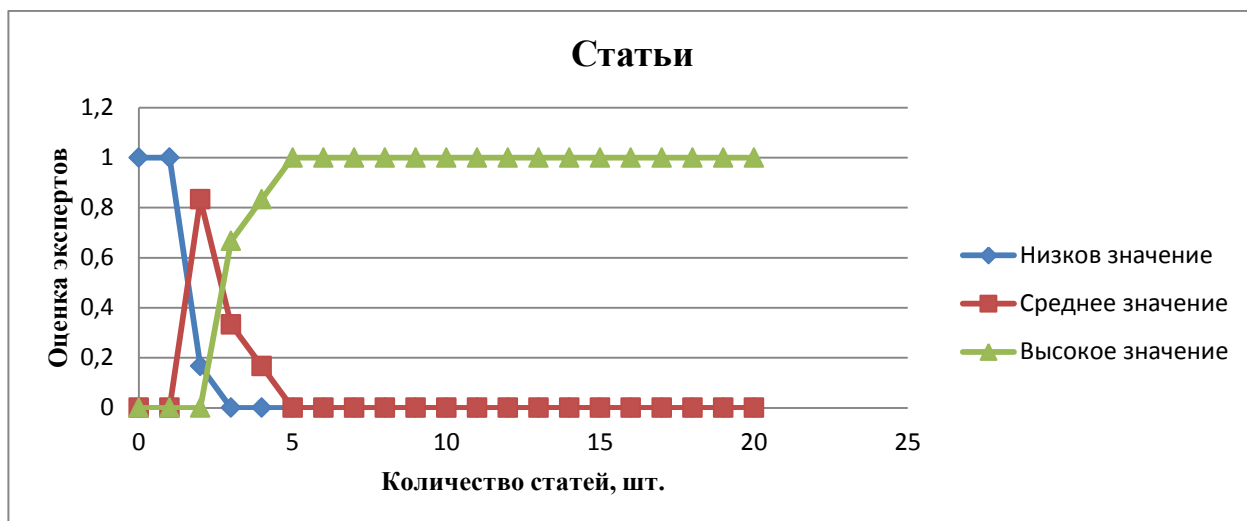
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Анкета для выявления результативности у аспиранта

Анкета																																												
<p>Укажите, какой диапазон значений, отражающий количество работ, характеризует результативность научной деятельности аспиранта как низкую/среднюю/высокую за 1 учебный год.</p> <p style="text-align: center;">Аспирант</p>																																												
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> низкое значение среднее значение высокое значение </div>																																											
1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Статья, шт</td> <td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">14</td><td style="text-align: center;">15</td><td style="text-align: center;">16</td><td style="text-align: center;">17</td><td style="text-align: center;">18</td><td style="text-align: center;">19</td><td style="text-align: center;">20</td> </tr> </table>	Статья, шт																						0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Статья, шт																																												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																							
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> низкое значение среднее значение высокое значение </div>																																											
2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Доклад на конференции, шт</td> <td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">10</td> </tr> </table>	Доклад на конференции, шт																						0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Доклад на конференции, шт																																												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																	
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> низкое значение среднее значение высокое значение </div>																																											
3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Защита ВКР, шт</td> <td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">10</td> </tr> </table>	Защита ВКР, шт																						0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Защита ВКР, шт																																												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																	
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> низкое значение среднее значение высокое значение </div>																																											
4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Участие в гранте, шт</td> <td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td> </tr> </table>	Участие в гранте, шт																						0	1	2	3	4	5															
Участие в гранте, шт																																												
	0	1	2	3	4	5																																						
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> низкое значение среднее значение высокое значение </div>																																											
5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Патент, шт</td> <td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td> </tr> </table>	Патент, шт																						0	1	2	3	4	5															
Патент, шт																																												
	0	1	2	3	4	5																																						
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> низкое значение среднее значение высокое значение </div>																																											

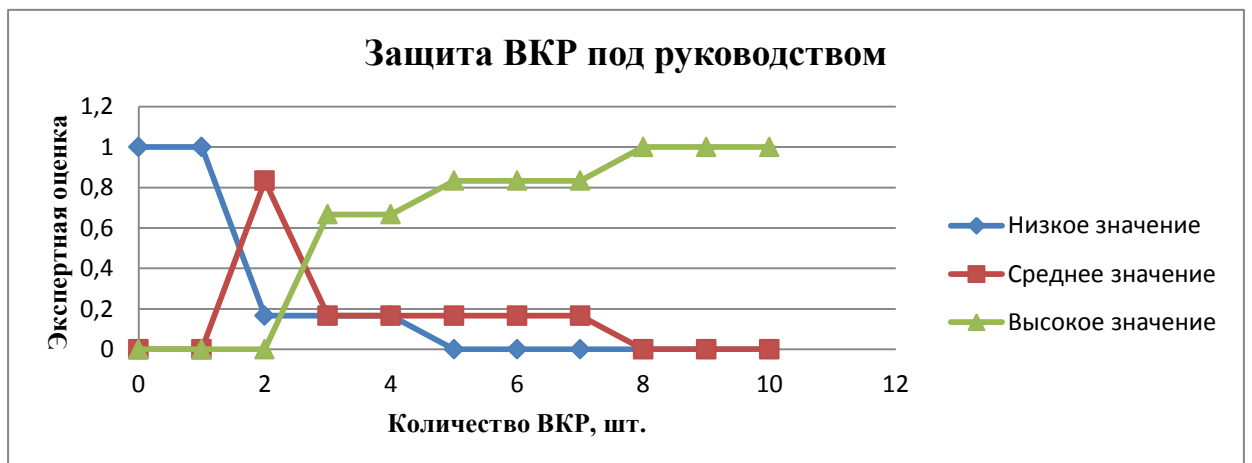
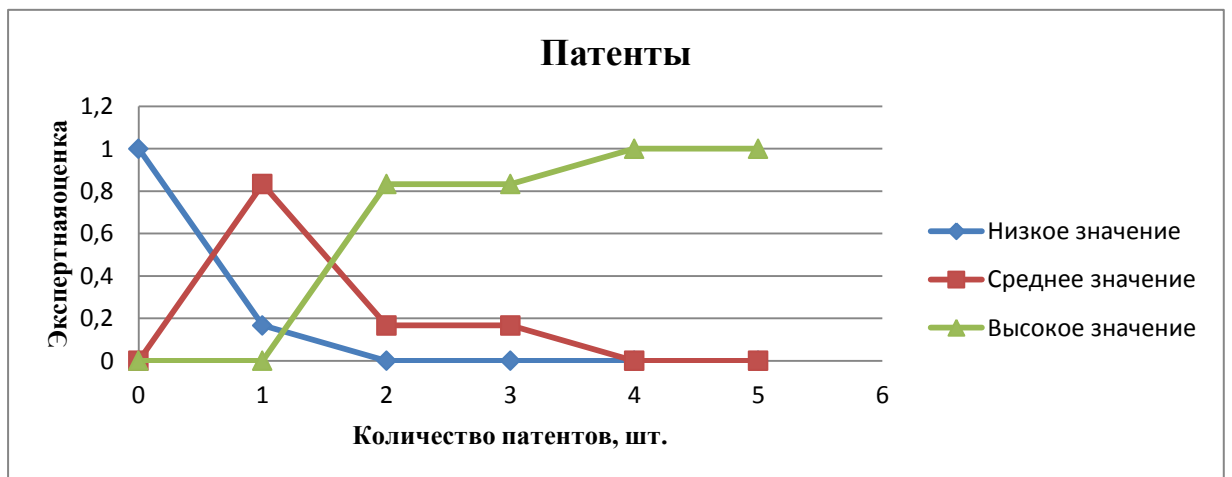
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Графики перевода количественных показателей в качественные с помощью метода нечеткой логики для аспиранта





Окончание приложения Б



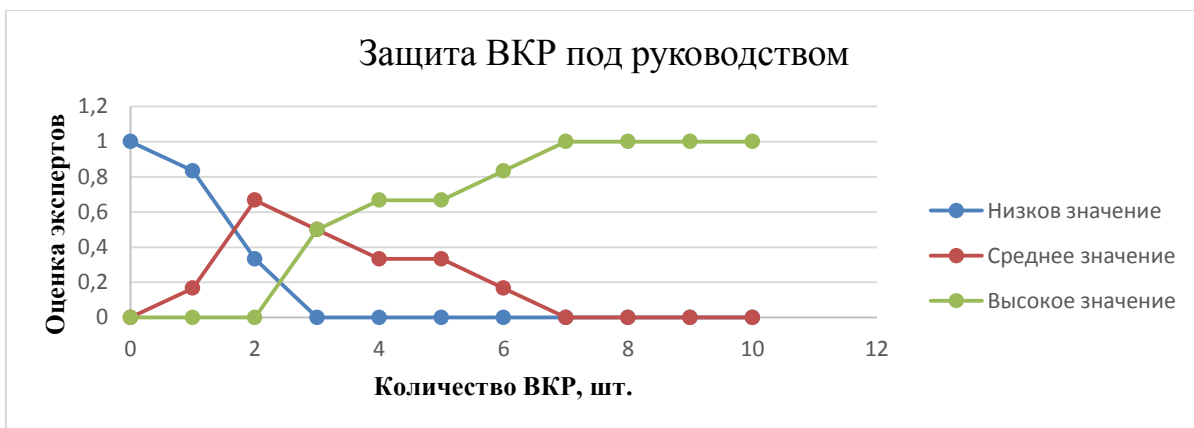
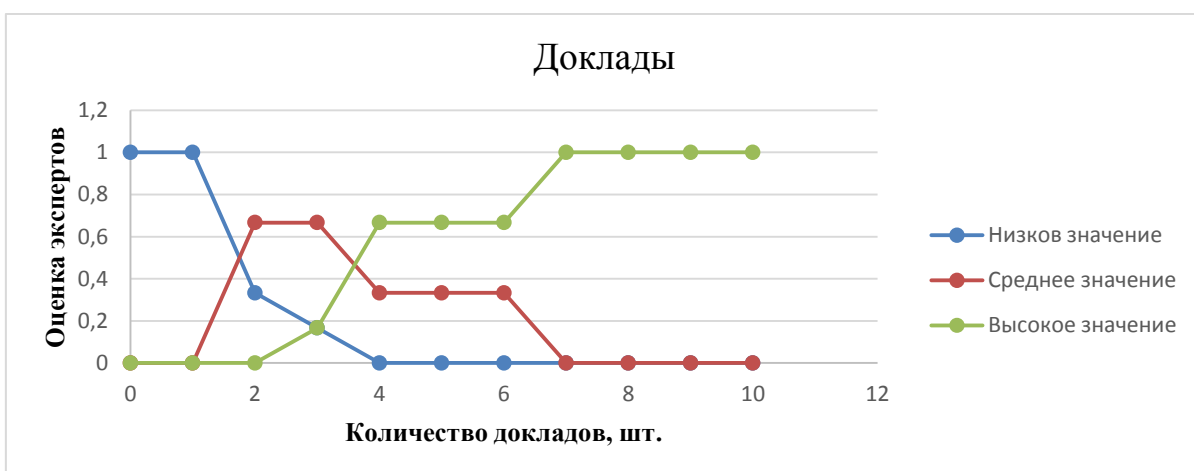
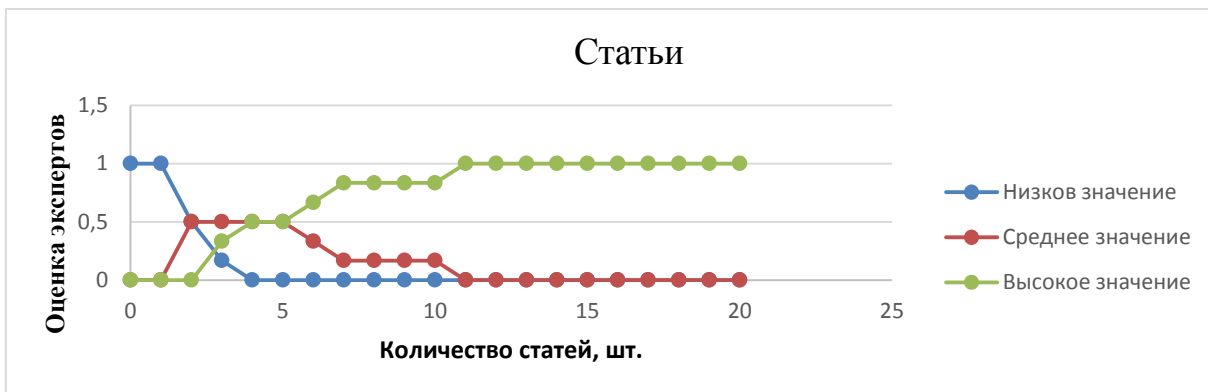
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Анкета для выявления результативности у кандидата наук

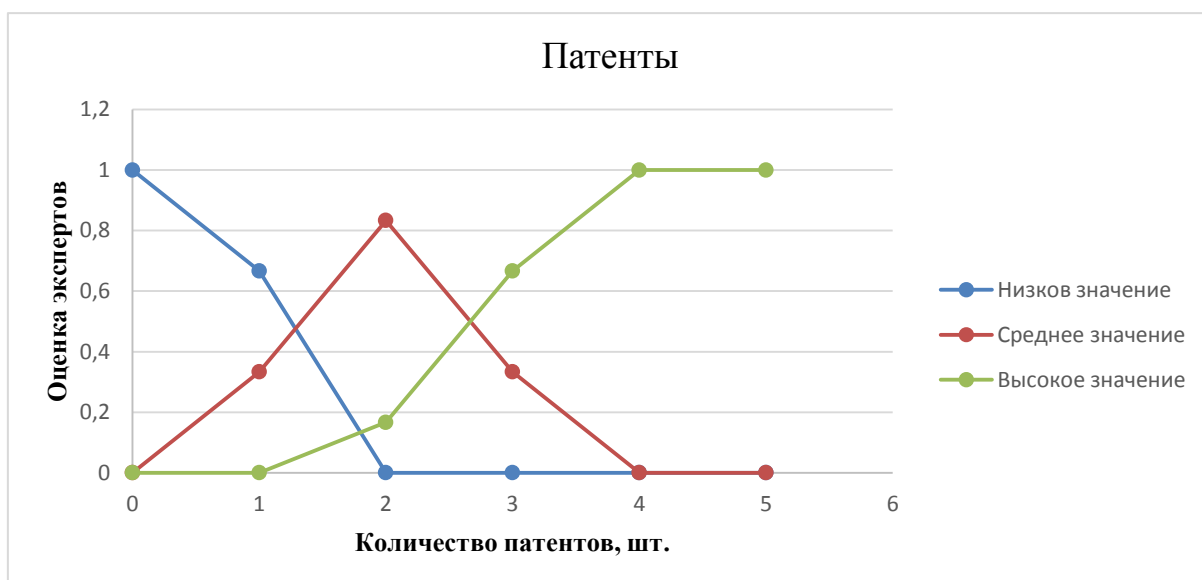
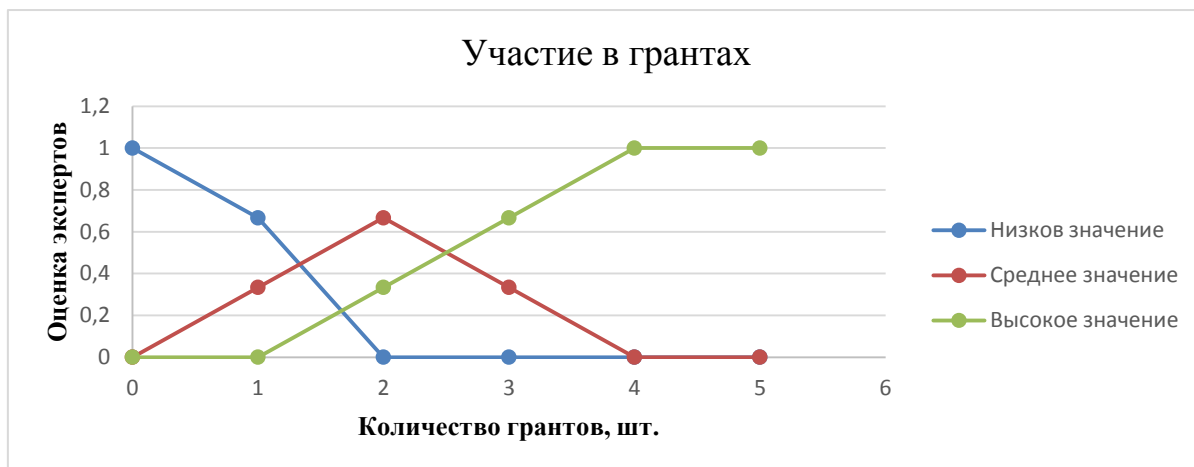
Анкета																											
<p>Укажите, какой диапазон значений, отражающий количество работ, характеризует результативность научной деятельности кандидата наук как низкую/среднюю/высокую за 1 учебный год.</p> <p style="text-align: center;">Кандидат наук</p>																											
1	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">низкое значение</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">среднее значение</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">высокое значение</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Статья, шт</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">10</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">11</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">12</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">13</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">14</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">15</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">16</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">17</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">18</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">19</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">20</td> </tr> </table>		низкое значение	среднее значение	высокое значение	Статья, шт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	низкое значение	среднее значение	высокое значение																								
Статья, шт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
2	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">низкое значение</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">среднее значение</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">высокое значение</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Доклад на конференции, шт</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">10</td> </tr> </table>		низкое значение	среднее значение	высокое значение	Доклад на конференции, шт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
	низкое значение	среднее значение	высокое значение																								
Доклад на конференции, шт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																
3	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">низкое значение</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">среднее значение</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">высокое значение</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Защита ВКР, шт</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">10</td> </tr> </table>		низкое значение	среднее значение	высокое значение	Защита ВКР, шт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
	низкое значение	среднее значение	высокое значение																								
Защита ВКР, шт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																
4	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">низкое значение</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">среднее значение</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">высокое значение</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Участие в гранте, шт</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">5</td> </tr> </table>		низкое значение	среднее значение	высокое значение	Участие в гранте, шт	0	1	2	3	4	5															
	низкое значение	среднее значение	высокое значение																								
Участие в гранте, шт	0	1	2	3	4	5																					
5	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">низкое значение</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">среднее значение</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">высокое значение</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Патент, шт</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">5</td> </tr> </table>		низкое значение	среднее значение	высокое значение	Патент, шт	0	1	2	3	4	5															
	низкое значение	среднее значение	высокое значение																								
Патент, шт	0	1	2	3	4	5																					

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Графики перевода количественных показателей в качественные с помощью метода нечеткой логики для кандидата наук



Окончание приложения Г



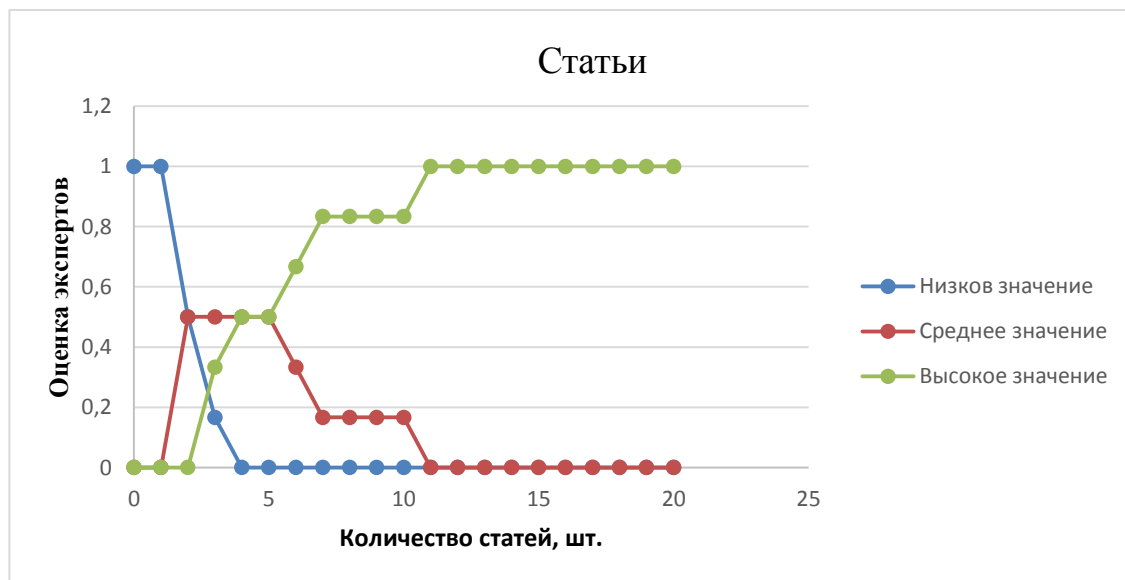
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Анкета для выявления результативности у доктора наук

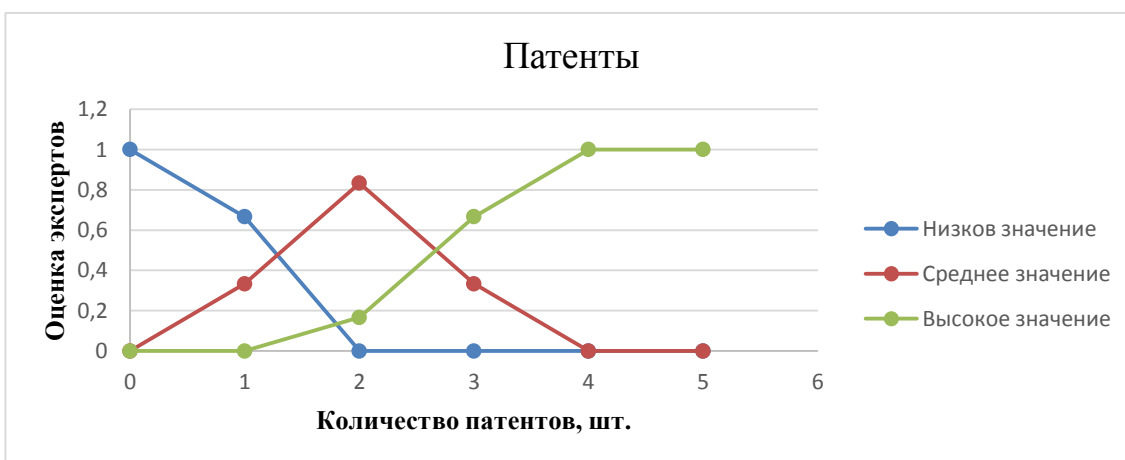
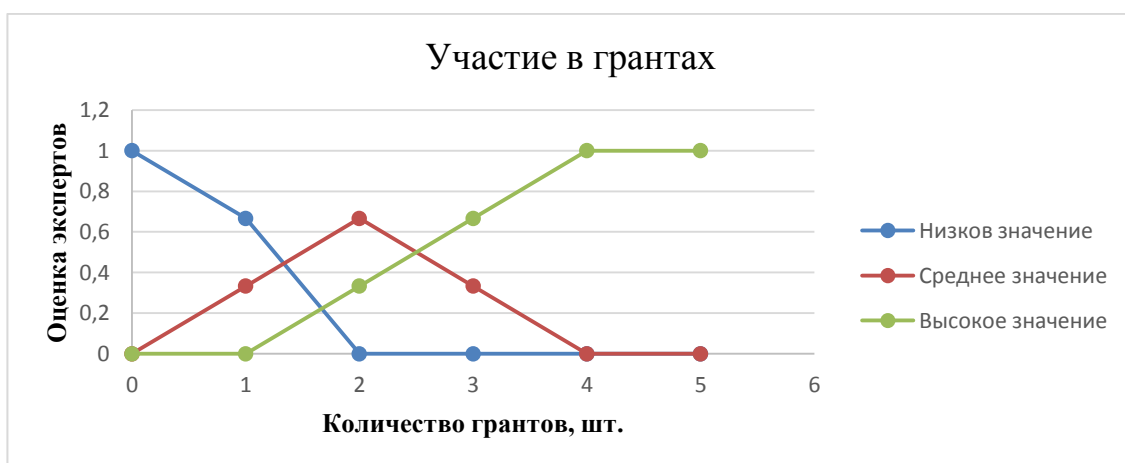
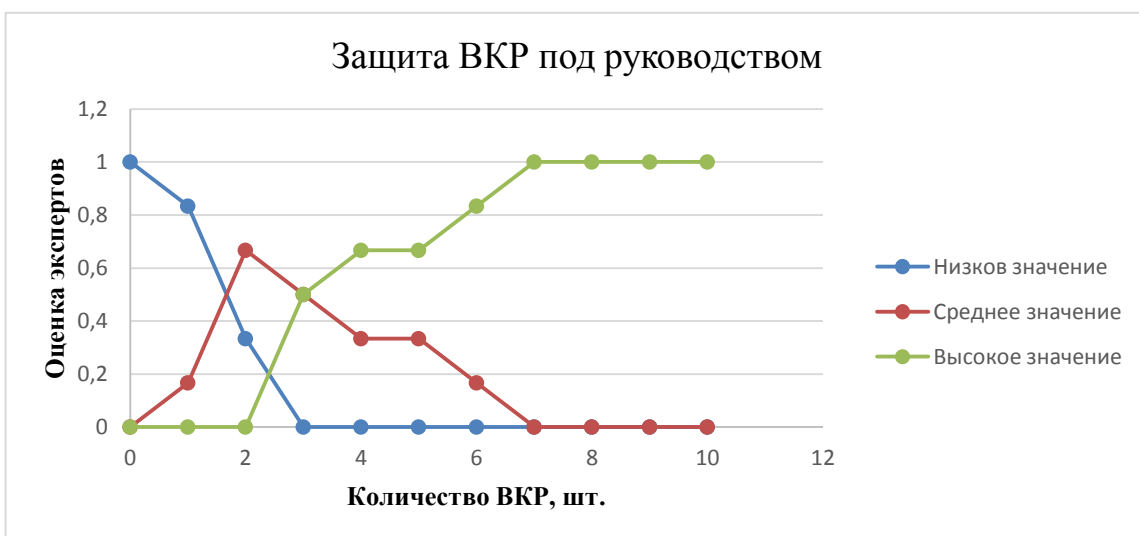
Анкета																																													
<p>Укажите, какой диапазон значений, отражающий количество работ, характеризует результативность научной деятельности доктора наук как низкую/среднюю/высокую за 1 учебный год.</p> <p style="margin-left: 40px;">Доктор наук</p>																																													
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> низкое значение среднее значение высокое значение </div>																																												
1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: right;">Статья, шт</td> <td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">14</td><td style="text-align: center;">15</td><td style="text-align: center;">16</td><td style="text-align: center;">17</td><td style="text-align: center;">18</td><td style="text-align: center;">19</td><td style="text-align: center;">20</td> </tr> </table>	Статья, шт																							0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Статья, шт																																													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																								
2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: right;">Доклад на конференции, шт</td> <td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">10</td> </tr> </table>	Доклад на конференции, шт																							0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Доклад на конференции, шт																																													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																		
3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: right;">Защита ВКР, шт</td> <td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">10</td> </tr> </table>	Защита ВКР, шт																							0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Защита ВКР, шт																																													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																		
4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: right;">Участие в гранте, шт</td> <td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td> </tr> </table>	Участие в гранте, шт																							0	1	2	3	4	5															
Участие в гранте, шт																																													
	0	1	2	3	4	5																																							
5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: right;">Патент, шт</td> <td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td><td style="width: 5%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td> </tr> </table>	Патент, шт																							0	1	2	3	4	5															
Патент, шт																																													
	0	1	2	3	4	5																																							

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Графики перевода количественных показателей в качественные с помощью метода нечеткой логики для доктора наук



Окончание приложения Е



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Пример формы заявки группы на грант под руководством Внукова А.А.

Название гранта	Разработать метод по активному удалению космического мусора с орбиты							
Тематика	Ракето-космическая техника							
Ключевые слова	космический мусор -- геостационарная орбита -- негативное воздействие окружающей среды -- конструкция КА -- space debris -- geostationary orbit							
Руководитель	Внуков А.А.	Группа 1					Тема:	Расчетно-баллистический анализ миссии по активному удалению космического мусора с геостационарной орбиты
Возраст	Ученая степень	Работа штат, совмещение	Индекс Хирша	Ключевые слова:				космический мусор -- геостационарная орбита -- design-ballistic analysis -- space debris -- geostationary orbit
35		совмещение	0					
Название	Ключевые слова	Вид показателя	Год	Уровень	Тематика	Автор ФИО	Ученая степень	
Effectiveness analysis of active space debris removal technologies for the geostationary orbit	Effectiveness analysis -- space debris -- geostationary orbit	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Vnukov, A.A., Petukhov V.G., Balandina T.N.	Руководитель, магистрант	
Design-ballistic analysis of a mission for active removal of space debris from geostationary orbit	Design-ballistic analysis -- space debris - geostationary orbit	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Vnukov, A.A.		
Cost Efficiency Analysis of Space Debris Removal from Geostationary Orbit Using Service Spacecraft	Efficiency Analysis -- Space Debris -- Geostationary Orbit	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Chebotarev, V.E., A.A. Vnukov	Доктор наук,	
Обоснование использования сервисного космического аппарата для удаления космического мусора на ГСО	сервисный -- космический аппарат - космический мусор	выступление	2018	всероссийское	Космические аппараты и технологии	Внуков, А.А., Баландина Т.Н.	Руководитель, магистрант	
Технологии активной очистки геостационарной орбиты от космического мусора	технология -- геостационарная орбита -- космический мусор	выступление	2018	международное	Космические аппараты и технологии	Внуков, А.А., Баландина Т.Н.	Руководитель, магистрант	
Магистранты 1	Петухов В.Г. (Petukhov V.G.)							
Effectiveness analysis of active space debris removal technologies for the geostationary orbit	Effectiveness analysis -- space debris -- geostationary orbit	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Vnukov, A.A., Petukhov V.G., Balandina T.N.	Руководитель, магистрант	
Магистранты 2	Баландина Т.Н. (Balandina T.N.)							
Effectiveness analysis of active space debris removal technologies for the geostationary orbit	Effectiveness analysis -- space debris -- geostationary orbit	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Vnukov, A.A., Petukhov V.G., Balandina T.N.	Руководитель, магистрант	
Обоснование использования сервисного космического аппарата для удаления космического мусора на ГСО	сервисный -- космический аппарат - космический мусор	выступление	2018	всероссийское	Космические аппараты и технологии	Внуков, А.А., Баландина Т.Н.	Руководитель, магистрант	
Технологии активной очистки геостационарной орбиты от космического мусора	технология -- геостационарная орбита -- космический мусор	выступление	2018	международное	Космические аппараты и технологии	Внуков, А.А., Баландина Т.Н.	Руководитель, магистрант	

Окончание приложения Ж

Магистранты 3		Колосов В.А.					
Методы защиты космического аппарата от негативного воздействия окружающей среды и динамических нагрузок на этапе транспортирования	методы защиты космического аппарата -- негативное воздействие окружающей среды -- динамическая нагрузка -- на этапе транспортирования	статья	2018	всероссийская	Ракето-космическая техника	Колосов В.А., Головенкин Е.Н., Лозовенко С.Н., Цайтлер А.В.	доктор наук, магистрант
Магистранты 4		Лозовенко С.Н.					
Методы защиты космического аппарата от негативного воздействия окружающей среды и динамических нагрузок на этапе транспортирования	методы защиты космического аппарата -- негативное воздействие окружающей среды -- динамическая нагрузка -- на этапе транспортирования	статья	2018	всероссийская	Ракето-космическая техника	Колосов В.А., Головенкин Е.Н., Лозовенко С.Н., Цайтлер А.В.	доктор наук, магистрант
Защита космического аппарата от негативного воздействия факторов окружающей среды и комплекса динамических нагрузок при его транспортировании	защита космического аппарата -- воздействия факторов окружающей среды -- комплекс динамических нагрузок	статья	2018	всероссийская	Ракето-космическая техника	Головенкин Е.Н., Лозовенко С.Н., Цайтлер А.В., Карасева М.В., Мелкомуков А.А.	Доктор наук, магистрант

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Пример формы заявки группы на грант под руководством Чеботарева В.Е.

Руководитель				Чеботарев В.Е. Группа 2				Тема:	Разработка метода по удалению космического мусора с геостационарной орбиты с применением механических устройств		
Возраст	Ученая степень	Работа штат, совмещение	Индекс Хирша	Ключевые слова:			Космический мусор – геостационарная орбита -- механическое устройство -- space debris -- geostationary orbit				
79	доктор наук	совмещение	6								
Cost Efficiency Analysis of Space Debris Removal from Geostationary Orbit Using Service Spacecraft	Efficiency Analysis -- Space Debris -- Geostationary Orbit	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Chebotarev, V.E., A.A. Vnukov	Доктор наук,				
Peculiarities of precision space platform design for navigation satellites	Peculiarities -- precision space platform design -- navigation satellites	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Kosenko V. E., V. D. Zvonar, M. A. Ilin, V. E. Chebotarev and A. A. Frolov	Доктор наук, магистрант				
Solving navigation-temporal tasks in different coordinate systems	Solving navigation -- temporal tasks -- different coordinate systems	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Chebotarev V.E., Brezitskaya V, Kovalev I V, Kartsan I N, Malanina Yu N, Shemyakov A.O.	Доктор наук, магистрант				
Особенности ориентации навигационных КА.	ориентация -- навигационные КА	статья	2018	внутри вузовская	Космические аппараты и технологии	Чеботарев В.Е., Фатеев А.В.	Доктор наук, магистрант				
Земные навигационные технологии в селенодезическом обеспечении.	земная -- навигационная технология -- селенодезическое обеспечение	статья	2018	внутри вузовская	Космические аппараты и технологии	Чеботарев В.Е., Кудымов В.И., Коняев А.В.	Доктор наук, магистрант				
Космический эксперимент попрецизионной термостабилизации квантовых стандартов частоты навигационных спутников.	космический эксперимент -- термостабилизация квантового стандарта - частота навигационного спутника	статья	2018	внутри вузовская	Космические аппараты и технологии	Чеботарев В.Е., Деревянко В.А., Макуха А.В., Бакиров М.Т.	Доктор наук, магистрант				
Методика оценки диапазона эффективного применения унифицированных космических платформ	методика -- оценка диапазона эффективного применения -- унифицированная космическая платформа	статья	2018	региональная	Космические аппараты и технологии	Чеботарев В.Е., Зимин И.И.	Доктор наук, магистрант				
Перспективы повышения ресурсных характеристик электромеханического исполнительного органа космического аппарата	ресурсная характеристика -- электромеханический исполнительный орган -- космический аппарат	учебник	2016	всероссийская	Космические аппараты и технологии	Холодилов С. В., Чеботарев В. Е.	доктор наук				
Закономерности выбора типа электромеханического исполнительного органа системы ориентации и стабилизации космического аппарата	закономерность выбора -- электромеханический исполнительный орган -- система ориентации и стабилизации -- космический аппарат	статья	2018	международная	Космические аппараты и технологии	Холодилов, С.В., Холодилова В. А., Чеботарев Е. В.	доктор наук				

Продолжение приложения И

Лунная информационно-навигационная обеспечивающая система	луна -- информационно-навигационная обеспечивающая система -- система	статья	2015	всероссийская	Космические аппараты и технологии	Косенко В.Е., Звонарь В.Д., Чеботарев В.Е.	доктор наук
Расчет параметров процесса истечения газа из микроотверстия гермоконтейнера космического аппарата	микроотверстие -- гермоконтейнер -- модель истечения газа -- космический аппарат	статья	2015	региональная	Космические аппараты и технологии	Чеботарев В.Е.	доктор наук
Теплофизический анализ теплового аккумулятора для системы терморегулирования мощных блоков радиоэлектронной аппаратуры кратковременного действия	тепловой аккумулятор -- теплоаккумулирующее вещество -- гипертеплопроводящая пластина	статья	2016	региональная	Космические аппараты и технологии	Васильев Е.Н., Деревянко В.А., Чеботарев В.Е.	доктор наук
Математическая модель движения наноспутника на солнечно-синхронной круговой орбите	наноспутник -- модель движения -- солнечно-синхронная орбита -- кватернион -- стартовая система координат -- координаты наноспутника	статья	2017	региональная	Космические аппараты и технологии	Чеботарев В.Е., Кузьмина Н.А.	доктор наук
Принципы субмодульного построения унифицированной космической платформы	космическая платформа -- субмодуль -- космический аппарат	статья	2017	региональная	Космические аппараты и технологии	Чеботарев В.Е., Зимин И.И., Валов М.В.	доктор наук
Перспективный КА системы ГЛОНАСС	космический аппарат - система -- ГЛОНАСС	выступление	2018	международное	Космические аппараты и технологии	Косенко В.Е., Фаткулин Р.Ф., Звонарь В.Д., Ильин М.А., Чеботарев В.Е.	Руководитель, магистрант
Прецизионные космические платформы навигационных КА	космическая платформа -- навигационные -- космический аппарат	выступление	2018	международное	Космические аппараты и технологии	Косенко В.Е., Фаткулин Р.Ф., Звонарь В.Д., Ильин М.А., Чеботарев В.Е.	Руководитель, магистрант
Лунная информационно - навигационная обеспечивающая система	луна -- информационное - навигационная -- система	выступление	2018	международное	Космические аппараты и технологии	Чеботарев В.Е.	Руководитель
Опыт применения технологии Knowledge Based Engineering в САПР для нисходящей параллельной разработки конструкции космического аппарата	технология -- САПР -- параллельная разработка -- конструкция -- космический аппарат	выступление	2018	международное	Космические аппараты и технологии	Лихачев М.В., Шангина Е.А., Чеботарев В.Е.	Руководитель, магистрант
Моделирование последствий воздействия метеорной (техногенной) частицы на космический аппарат	моделирование -- метеорные частицы -- космический аппарат	выступление	2016	всероссийское	Космические аппараты и технологии	Чеботарев В.Е.	Руководитель

Продолжение приложения И

Электрообогреватели КА с использованием гипертеплопроводящих структур	электрообогреватели - космический аппарат -- гипертеплопроводящая структура	выступление	2017	всероссийское	Космические аппараты и технологии	Чеботарев В.Е.	Руководитель
Архитектура высокоорбитального дополнения к системе ГЛОНАСС	архитектура -- высокоорбитальное дополнение -- система -- ГЛОНАСС	выступление	2017	всероссийское	Космические аппараты и технологии	Косенко В.Е., Звонарь В.Д., Волошко Ю.Б., Чеботарев В.Е.	Руководитель, магистрант
Системный инжиниринг космического аппарата связи	системный инжиниринг -- космический аппарат - связь	ВКР	2016		системный анализ и управление	Кузнецов С.А., Чеботарев В.Е.	Руководитель, магистрант
Технико-экономическое обоснование программы создания лунной информационно-навигационной обеспечивающей системы	Технико-экономическое обоснование программы -- луна -- информационно-навигационная обеспечивающая система	ВКР	2016		системный анализ и управление	Журавлева Т.Н., Чеботарев В.Е.	Руководитель, магистрант
Использование информационных систем на базе Space Wire для контроля процессов функционирования механических систем на борту космического аппарата	информационная система -- база Space Wire -- контроль процессов -- функционирование механических систем -- борт -- космический аппарат	ВКР	2017		техническая физика	Кривошеева И.В., Чеботарев В.Е.	Руководитель, магистрант
Участник группы. 1							
Косенко В.Е. (Kosenko V. E.)							
Peculiarities of precision space platform design for navigation satellites	Peculiarities -- precision space platform design -- navigation satellites	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Kosenko V. E., V. D. Zvonar, M. A. Ilin, V. E. Chebotarev and A. A. Frolov	Доктор наук, магистрант
Лунная информационно-навигационная обеспечивающая система	луна -- информационно-навигационная обеспечивающая система -- система	статья	2015	всероссийская	Космические аппараты и технологии	Косенко В.Е., Звонарь В.Д., Чеботарев В.Е.	доктор наук
Перспективный КА системы ГЛОНАСС	космический аппарат - система -- ГЛОНАСС	выступление	2018	международное	Космические аппараты и технологии	Косенко В.Е., Фаткулин Р.Ф., Звонарь В.Д., Ильин М.А., Чеботарев В.Е.	Руководитель, магистрант
Прецизионные космические платформы навигационных КА	космическая платформа -- навигационные -- космический аппарат	выступление	2018	международное	Космические аппараты и технологии	Косенко В.Е., Фаткулин Р.Ф., Звонарь В.Д., Ильин М.А., Чеботарев В.Е.	Руководитель, магистрант

Окончание приложения И

Архитектура высокоорбитального дополнения к системе ГЛОНАСС	архитектура -- высокоорбитальное дополнение -- система -- ГЛОНАСС	выступление	2017	всероссийское	Космические аппараты и технологии	Косенко В.Е., Звонарь В.Д., Волошко Ю.Б., Чеботарев В.Е.	Руководитель, магистрант
Ильин М.А. (Ilin M. A.)							
Магистранты 2							
Peculiarities of precision space platform design for navigation satellites	Peculiarities -- precision space platform design -- navigation satellites	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Kosenko V. E., V. D. Zvonar, M. A. Ilin, V. E. Chebotarev and A. A. Frolov	Доктор наук, магистрант
Перспективный КА системы ГЛОНАСС	космический аппарат - система -- ГЛОНАСС	выступление	2018	международное	Космические аппараты и технологии	Косенко В.Е., Фаткулин Р.Ф., Звонарь В.Д., Ильин М.А., Чеботарев В.Е.	Руководитель, магистрант
Прецизионные космические платформы навигационных КА	космическая платформа -- навигационные -- космический аппарат	выступление	2018	международное	Космические аппараты и технологии	Косенко В.Е., Фаткулин Р.Ф., Звонарь В.Д., Ильин М.А., Чеботарев В.Е.	Руководитель, магистрант
Ковалев И.В. (Kovalev I V)							
Магистранты 3							
Solving navigation-temporal tasks in different coordinate systems	Solving navigation -- temporal tasks -- different coordinate systems	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Chebotarev V.E., Brezitskaya V, Kovalev I V, Kartsan I N, Malanina Yu N, Shemyakov A.O.	Доктор наук, магистрант
Маланина Я.Н. (Malanina Yu N)							
Магистранты 4							
Solving navigation-temporal tasks in different coordinate systems	Solving navigation -- temporal tasks -- different coordinate systems	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Chebotarev V.E., Brezitskaya V, Kovalev I V, Kartsan I N, Malanina Yu N, Shemyakov A.O.	Доктор наук, магистрант

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Пример формы заявки группы на грант под руководством

Головенкина Е.Н.

Руководитель				Головенкин Е.Н.				Группа 3				Тема: Разработать метод по снижению воздействия факторов окружающей среды и космического мусора на конструкцию космического аппарата на геостационарной орбите	
Возраст	Ученая степень	Работа штат, совмещение	Индекс Хирша	Ключевые слова: Космический мусор -- геостационарная орбита -- воздействие факторов окружающей среды -- конструкция КА -- космический аппарат -- space debris -- geostationary orbit									
77	Доктор наук	совмещение	0										
Development of electric heaters with increased efficiency of unpresurized designed space vehicles	electric heaters -- designed space vehicles	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Lukonin N V, Shestakov I Ya, Golovenkin E N, Mikhnev M M, Maksimov I A, Pankina S N.	доктор наук, магистрант						
Защита космического аппарата от негативного воздействия факторов окружающей среды и комплекса динамических нагрузок при его транспортировании	защита космического аппарата -- воздействия факторов окружающей среды -- комплекс динамических нагрузок	статья	2018	всероссийская	Ракето-космическая техника	Головенкин Е.Н., Лозовенко С.Н., Цайтлер А.В., Карасева М.В., Мелкомуков А.А.	Доктор наук, магистрант						
Построение концепции рабочего места наземной экспериментальной отработки для оценки надежности элементов конструкций КА в условиях глубокого холода	наземная экспериментальная отработка -- оценка надежности элементов -- конструкция КА	статья	2018	всероссийская	Ракето-космическая техника	Вшивков А.Ю., Кишкин А.А., Головенкин Е.Н., Делков А.В.	Доктор наук, магистрант						
Методы защиты космического аппарата от негативного воздействия окружающей среды и динамических нагрузок на этапе транспортирования	методы защиты космического аппарата -- негативное воздействие окружающей среды -- динамическая нагрузка -- на этапе транспортирования	статья	2018	всероссийская	Ракето-космическая техника	Колосов В.А., Головенкин Е.Н., Лозовенко С.Н., Цайтлер А.В.	доктор наук, магистрант						
Построение концепции рабочего места наземной экспериментальной отработки для оценки надежности элементов конструкций КА в условиях глубокого холода.	концепция -- наземная экспериментальная отработка -- оценка надежности -- элементы конструкции -- космический аппарат	выступление	2018	всероссийское	Космические аппараты и технологии	Вшивков А.Ю., Кишкин А.А., Головенкин Е.Н., Делков А.В.	Руководитель, магистрант						
Методы защиты космического аппарата от негативного воздействия окружающей среды и динамических нагрузок на этапе транспортирования	метод защиты -- космический аппарат - негативное воздействие окружающей среды -- динамическая нагрузка -- на этапе транспортирования	выступление	2018	всероссийское	Космические аппараты и технологии	Колосов В.А., Головенкин Е.Н., Лозовенко С.Н., Цайтлер А.В.	Руководитель, магистрант						

Продолжение приложения К

Исследование схем резервирования и определения минимального резерва на основании ФА	схема резервирования -- определение минимального резерва	ВКР	2016			системный анализ и управление	Баженова Н.Н., Головенкин Е.Н.	Руководитель, магистрант
Система автофокусировки перескопического зеркала космического телескопа обсерватории «Миллиметрон	система автофокусировки -- перескопическое зеркало -- космический телескоп -- обсерватория Миллиметрон	ВКР	2016			техническая физика	Голубцов А.С., Головенкин Е.Н.	Руководитель, магистрант
Повышение эффективности НЭО за счёт программы методического обеспечения	повышение эффективности НЭО -- программа методического обеспечения	ВКР	2015			системный анализ и управление	Матвеев И.В., Головенкин Е.Н.	Руководитель, магистрант
Групповой поверхностный монтаж электрорадиоизделий бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов негерметичного исполнения	поверхностный монтаж -- электрорадиоизделия - бортовая радиоэлектронная аппаратура -- космический аппарат - негерметичное исполнение	статья	2018	всероссийская		Космические аппараты и технологии	Шевурдов В.Ф., Луконин Н.В., Головенкин Е.Н., Толмачев Е.Н., Толмачев С.А., Сунцов С.Б., Лебедев А.П.	Доктор наук, магистрант
Магистранты 1		Лозовенко С.Н.						
Защита космического аппарата от негативного воздействия факторов окружающей среды и комплекса динамических нагрузок при его транспортировании	защита космического аппарата -- воздействия факторов окружающей среды -- комплекс динамических нагрузок	статья	2018	всероссийская		Ракето-космическая техника	Головенкин Е.Н., Лозовенко С.Н., Цайтлер А.В., Карасева М.В., Мелкомуков А.А.	Доктор наук, магистрант
Методы защиты космического аппарата от негативного воздействия окружающей среды и динамических нагрузок на этапе транспортирования	методы защиты космического аппарата -- негативное воздействие окружающей среды -- динамическая нагрузка -- на этапе транспортирования	статья	2018	всероссийская		Ракето-космическая техника	Колосов В.А., Головенкин Е.Н., Лозовенко С.Н., Цайтлер А.В.	доктор наук, магистрант
Магистранты 2		Цайтлер А.В.						
Защита космического аппарата от негативного воздействия факторов окружающей среды и комплекса динамических нагрузок при его транспортировании	защита космического аппарата -- воздействия факторов окружающей среды -- комплекс динамических нагрузок	статья	2018	всероссийская		Ракето-космическая техника	Головенкин Е.Н., Лозовенко С.Н., Цайтлер А.В., Карасева М.В., Мелкомуков А.А.	Доктор наук, магистрант

Окончание приложения К

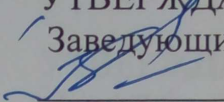
Методы защиты космического аппарата от негативного воздействия окружающей среды и динамических нагрузок на этапе транспортирования	методы защиты космического аппарата -- негативное воздействие окружающей среды -- динамическая нагрузка -- на этапе транспортирования	статья	2018	всероссийская	Ракето-космическая техника	Колосов В.А., Головенкин Е.Н., Лозовенко С.Н., Цайтлер А.В.	доктор наук, магистрант
Магистранты 3 Делков А.В.							
Построение концепции рабочего места наземной экспериментальной отработки для оценки надежности элементов конструкций КА в условиях глубокого холода	наземная экспериментальная отработка -- оценка надежности элементов -- конструкция КА	статья	2018	всероссийская	Ракето-космическая техника	Вшивков А.Ю., Кишкин А.А., Головенкин Е.Н., Делков А.В.	Доктор наук, магистрант
Магистранты 4 Максимов И.А. (Maksimov I A)							
Development of electric heaters with increased efficiency of unpressurized designed space vehicles	electric heaters -- designed space vehicles	статья	2018	международная	Ракето-космическая техника	Lukonin N V, Shestakov I Ya, Golovenkin E N, Mikhnev M M, Maksimov I A, Pankina S N.	доктор наук, магистрант

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

 Заведующий кафедрой

В.Е. Косенко

подпись

инициалы, фамилия

« 01 » 07 20 19 г

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Разработка метода прогнозирования потенциала результата работы научно-исследовательских групп по публикационной активности методами

GraphMining»

Тема

09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

код и наименование направления

09.04.01.03 «Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами»

код и наименование магистерской программы

Научный
руководитель

 26.06.2019
подпись, дата


доцент МБК ПФиКТ,
канд. техн. наук

должность, ученая степень

В.А. Углев

инициалы, фамилия

Выпускник

 25.06.2019
подпись, дата

В.В. Рожков

инициалы, фамилия

Рецензент

 25.06.19
подпись, дата

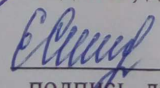
начальник сектора
АО «ИСС»

должность, ученая степень

Ю.В. Кочев

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 25.06.19г.
подпись, дата

Е.С. Сидорова

инициалы, фамилия

Красноярск 2019