

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Донской государственный технический университет
(ФГБОУ ВО ДГТУ)

Е.А. Лукьянов

**РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИНЯТИЯ
РЕШЕНИЙ**

Учебно-методическое пособие к контрольной работе

Ростов-на-Дону
2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	4
2 НАЗНАЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	5
3 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА	7
4 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	9
4.1 Задача № 1.	9
4.2 Задача №2	14
4.3 Задача №3	15
4.4 Задача №4	18
4.5 Задача №5	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	22
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	23

ВВЕДЕНИЕ

Принятие решений, в какой бы сфере оно ни осуществлялось всегда реализуется на основе некоторой информации. Получение информации, ее обработка и анализ являются важной частью процессов принятия решений. В методическом пособии рассматриваются основные методы работы с информацией, рассмотренные на основе специализированного пакета программ. Рассматриваются современные инструменты, методики и модели оценки и анализа данных, получаемых в процессе исследовательской, производственной или экономической деятельности. В указаниях представлены этапы создания проекта в аналитической системе Дедуктор, создание сценария, обработки данных и визуализации их, решение задачи экспорта и импорта данных.

Указания предназначены для использования студентами наряду с учебниками, учебными пособиями и лекционным материалом для освоения дисциплины и выполнения контрольных работ. Приведена рекомендуемая литература.

1 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Приступая к выполнению контрольной работы, студенту необходимо получить задание от преподавателя, уточнить какие исходные данные необходимо использовать в каждой задаче и в какой желательной последовательности следует выполнять задания. Контрольная работа должна содержать: титульный лист, индивидуальное задание, содержание, введение, расчетную часть, заключение, библиографический список использованных источников.

В расчетной части контрольной работы должно быть представлено решение пяти задач, подобные примеры которых рассмотрены в данном пособии.

2 НАЗНАЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Основное назначение СПР в том, чтобы облегчить и помочь лицу, принимающему решение (ЛПР) в принятии решений. Для этого могут использоваться различные технологии и методы. Система помощи при принятии решений должна обладать удобным интерфейсом, развитым функционалом и наборами инструментов анализа данных.

Системы поддержки принятия решений нужны во многих случаях, когда:

- Имеется сложность в принятии решений;
- Необходимо точно оценить различные альтернативы решений;
- Необходимо предсказать последствия решений;

В 80-х годах начали формироваться некоторые подклассы СППР, таких как MIS (Management Information System), EIS (Executive Information System), GDSS (Group Decision Support Systems), ODSS (Organization Decision Support Systems). По сути, эти системы представляли собой фреймворки, способные работать с данными на различных уровнях иерархии (от индивидуального до общеорганизационного). Примером может служить разработанная Texas Instruments для United Airlines система GADS (Gate Assignment Display System), которая поддерживала принятие решений о назначении конкретных выходов для посадки на соответствующие рейсы, определение оптимального времени стоянки самолетов и т.п. После стали появляться ИСППР, в основе которых лежали методы статистики и машинного обучения, теории игр и функционального моделирования.

На данный момент применяются несколько способов классификации СППР.

По области применения:

- Бизнес и менеджмент;
- Инжиниринг;
- Финансы;
- Медицина;
- Окружающая среда, экология.

По соотношению данные\модели (методика Стивена Альтера):

- FDS (File Drawer Systems — системы предоставления доступа к нужным данным);
- DAS (Data Analysis Systems — системы для быстрого манипулирования данными);
- AIS (Analysis Information Systems — системы доступа к данным по типу необходимого решения);
- AFM(s) (Accounting & Financial models (systems) — системы расчета финансовых последствий);
- RM(s) (Representation models (systems) — системы симуляции, AnyLogic как пример);
- OM(s) (Optimization models (systems) — системы, решающие задачи оптимизации);
- SM(s) (Suggestion models (systems) — системы построения логических выводов на основе правил);

По типу используемого инструментария:

- Model Driven — в основе лежат классические модели (линейные модели, модели управления запасами, транспортные, финансовые и т.п.);
- Data Driven — на основе исторических данных;
- Communication Driven — системы на основе группового принятия решений экспертами (системы фасилитации обмена мнениями и подсчета средних экспертных значений);
- Document Driven — по сути проиндексированное (часто — многомерное) хранилище документов;
- Knowledge Driven — на основе знаний, при чем знаний как экспертных, так и выводимых машиной.

Работа с данными и информацией является основой любой системы поддержки принятия решений. Поэтому важным является освоение основных методов получения и преобразования данных, их анализа.

3 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА

Программный пакет Deductor Academic предназначен только для образовательных целей. Использование данной версии в коммерческих целях запрещено.

Импорт данных является отправной точкой анализа данных. Импорт в *Deductor* может осуществляться из популярных форматов хранения данных, таких как *Excel*, *Access*, *MS SQL*, *Oracle*, Текстовых файлов. Кроме того, имеется универсальный доступ к любому источнику данных посредством ADO или ODBC (Только в коммерческой версии, в бесплатной версии возможен импорт из *.txt, *.csv и *.ded).

Импорт данных из текстового файла с разделителями осуществляется путем вызова мастера импорта на панели «Сценарии»(рис. 1)



Рис. 1. - Панель сценарии

После запуска мастера импорта необходимо указать тип файла для импорта - «Текстовый файл» и указать имя файла, из которого необходимо получить данные. В окне просмотра, выбранного файла можно увидеть содержание данного файла.

Для обработки данных могут использоваться соответствующие инструменты. К ним относятся - «Парциальная обработка», «Оценка качества данных», «Заполнение пропусков», «Редактирование выбросов», «Спектральная обработка».

Добавлены новые обработчики:

- Сэмплинг. Построение репрезентативной выборки. Варианты сэмплинга: случайный, равномерный, стратифицированный, пользовательский, отбор со смещением.
- Разбиение данных на обучающее и тестовое множество. Обеспечивает возможность строить Data Mining модели на идентичных выборках.
- Конечные классы. Расчет оптимальных способов квантования, с удобной визуализацией, расчетом показателей качества разбиения, возможностью ручной правки конечных классов.

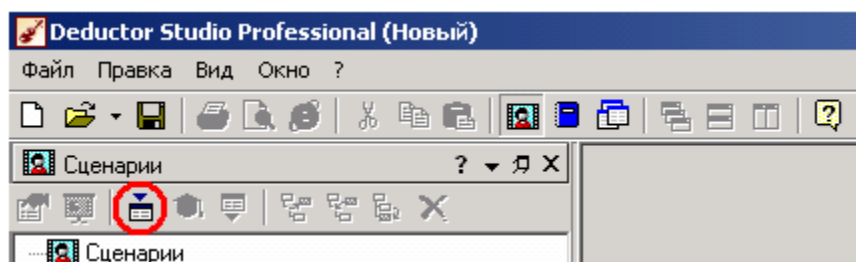
- Масштабируемые алгоритмы кластеризации: CLOPE, EM.
- Декомпозиция временных рядов. Выделение тренда, сезонной составляющей и остатка, с возможностью удобной ручной правки полученных коэффициентов.
- Нечеткая фильтрация данных и Изменение переменных
Доработаны и значительно улучшены имеющиеся обработчики:
 - Факторный анализ: методы вращения варимакс и квартимакс;
 - Логистическая регрессия: пошаговые методы отбора, внесение поправок на априорные вероятности, взвешенная регрессия, расчет баллов скоринговых карт, взаимодействия второго уровня на основе кросс-переменных;
 - Линейная регрессия: пошаговые методы отбора переменных.
 - Калькулятор: повторное использование полей, обращение по абсолютным адресам, новые функции.
 - Групповая обработка: упрощение процесса построения сценариев

4 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

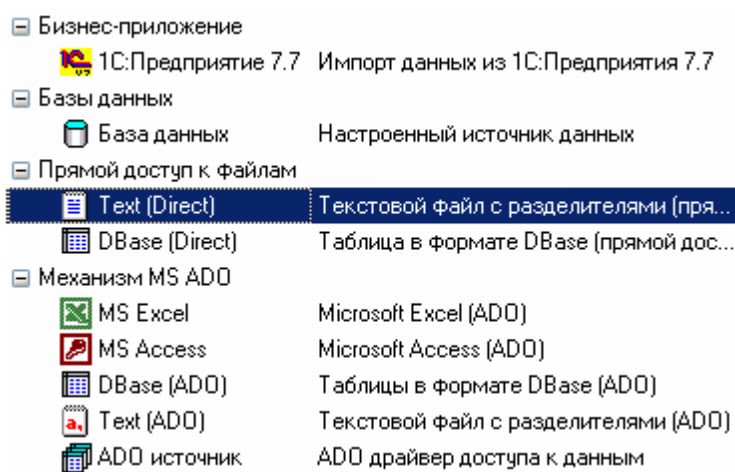
4.1 Задача № 1.

Импорт данных является отправной точкой анализа данных. Импорт в пакете Deductor может осуществляться из файлов формата Excel, Access, MS SQL, Oracle, текстовых файлов и др.

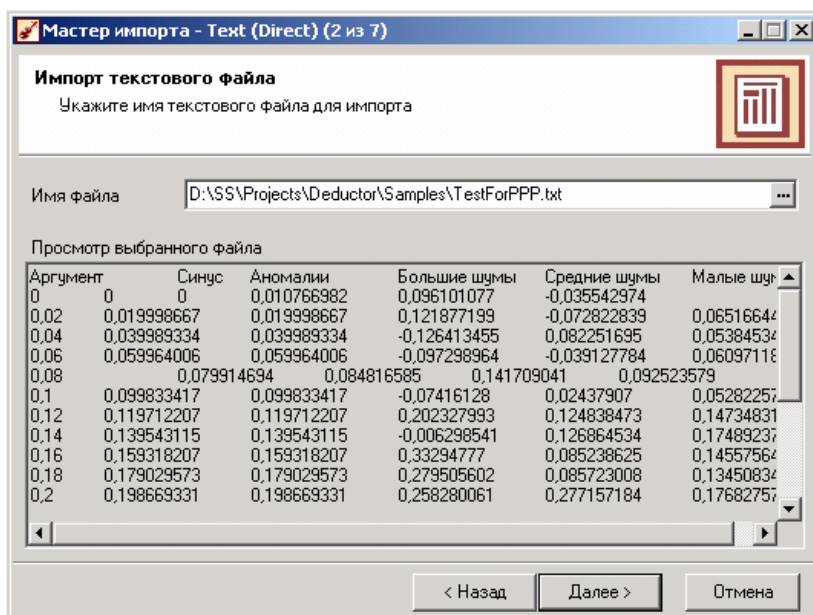
Рассмотрим пример импорта данных из текстового файла с разделителями. Импорт осуществляется путем вызова мастера импорта на панели «Сценарии»



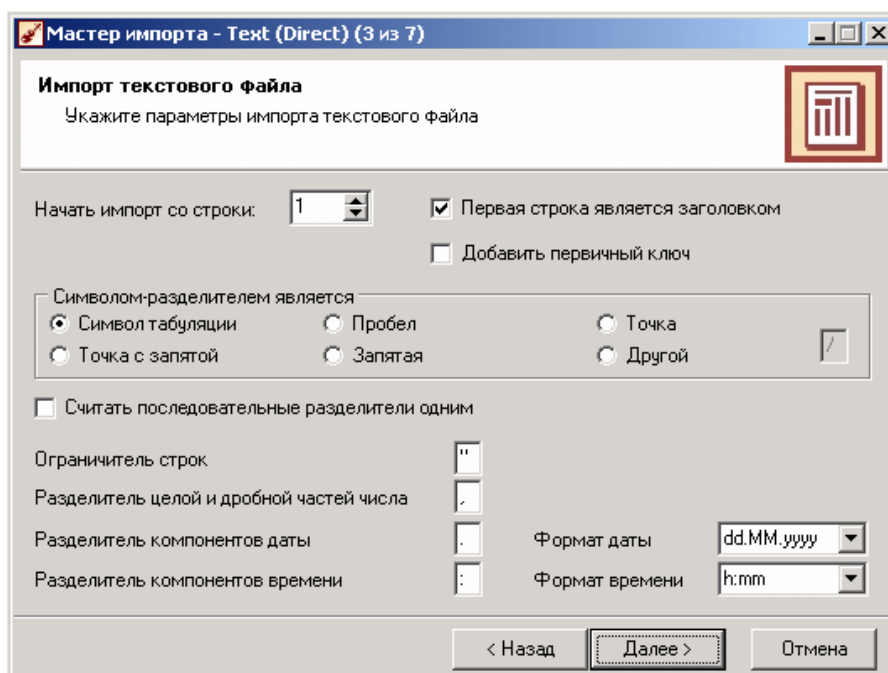
И последующим указанием типа импортируемых данных.



После запуска мастера импорта укажем тип импорта "Текстовый файл с разделителями". Укажем имя файла, из которого необходимо получить данные. В окне просмотра выбранного файла можно увидеть содержание данного файла.



Далее необходимо выполнить настройку параметров импорта. На этой странице мастера возможно указать, с какой строки следует начать импорт, указать, то, что первая строка является заголовком, возможность добавить первичный ключ. Указать, что является символом–разделителем столбцов, а также указать ограничитель строк, разделитель целой и дробной части вещественного числа, разделитель компонентов даты и ее формат.



Далее нужно настроить свойства полей. На этом шаге мастера предоставляется возможность настроить имя, название (метку), размер, тип данных, вид данных и назначение. Некоторые свойства (например, тип данных) можно задавать для выделенного набора столбцов. Вид данных определяет – конечный ли это набор (дискретные) или бесконечный (непрерывные). Назначение столбцов

определяет характер их использования в алгоритмах обработки (при импорте можно оставить значение по умолчанию).

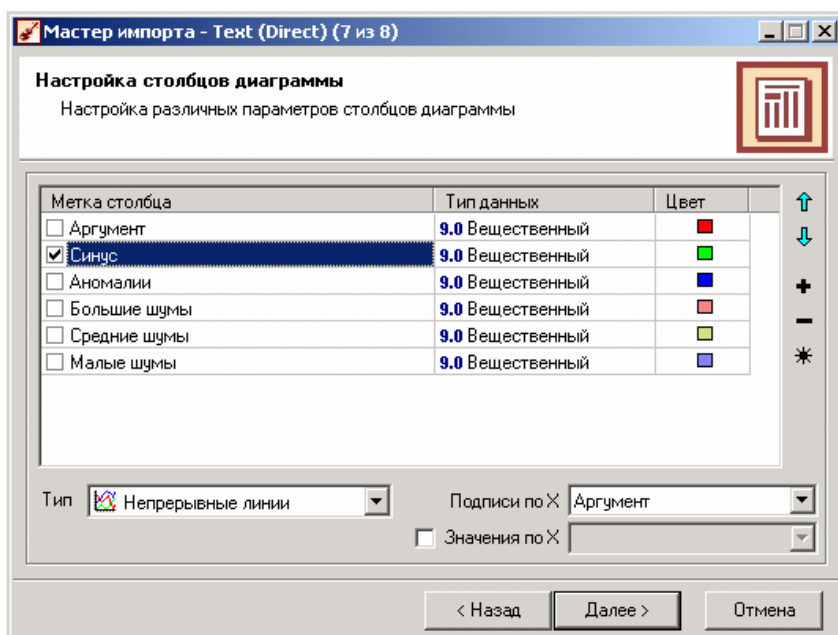
Аргумент	Имя столбца	COL1
9.0 Синус	Метка столбца	Аргумент
9.0 Аномалии	Тип данных	9.0 Вещественный
9.0 Большие шумы	Вид данных	Непрерывный
9.0 Средние шумы	Назначение	Информационное
9.0 Малые шумы		

Для правильного импорта данных необходимо изменить тип данных у первых трех столбцов («АРГУМЕНТ», «СИНУС», «АНОМАЛИИ»). Тип данных по умолчанию неверный, поскольку программа определяет его, основываясь на значениях первой строки данных. В данном случае там находятся нули – целые числа. Поэтому программа определила, что столбец содержит целочисленные значения. Выделим их с помощью мыши и укажем им тип данных – «Вещественный». Далее осталось только выполнить импорт данных, нажав на кнопку «Пуск» на следующем шаге мастера импорта.

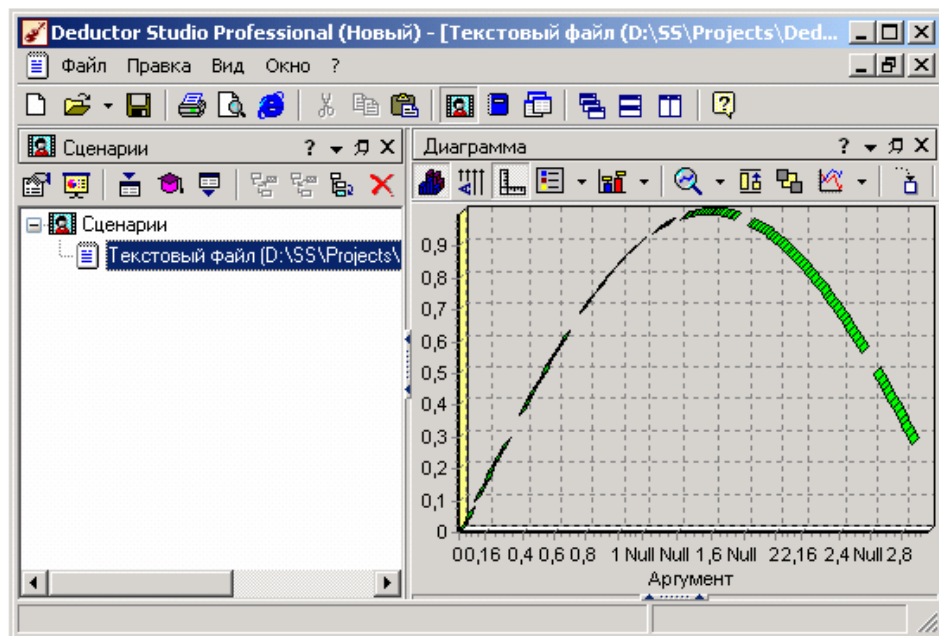
После импорта данных на следующем шаге мастера необходимо выбрать способ отображения данных. В данном случае самым информативным является диаграмма, выберем ее.

<input checked="" type="checkbox"/> Табличные данные	
<input type="checkbox"/> Таблица	Отображает данные в виде таблицы
<input type="checkbox"/> Статистика	Отображает статистические данные выборки
<input checked="" type="checkbox"/> Диаграмма	Отображает данные в виде диаграммы
<input type="checkbox"/> Гистограмма	Отображает данные в виде гистограммы
<input type="checkbox"/> OLAP анализ	
<input type="checkbox"/> Куб	Многомерное отображение (кросс-таблица и кросс-диаграмма)
<input type="checkbox"/> Прочее	
<input type="checkbox"/> Описание	Сведения о параметрах

От того, какие способы отображения будут выбраны на этом этапе, зависят последующие шаги мастера. В данном случае необходимо настроить, какие столбцы диаграммы следует отображать и как именно.



Выберем для отображения поле «СИНУС» и тип диаграммы «Линии». На последнем шаге мастера необходимо указать название ветки в дереве сценариев. Напишем в поле заголовка окна «Импорт примера для демонстрации парциальной обработки» и нажмем «Готово». На этом работа мастера импорта заканчивается. Теперь в дереве сценариев появится новый узел с необходимыми данными. В главном окне программы представлены все выбранные отображения данных этого узла. В данном случае только диаграмма.

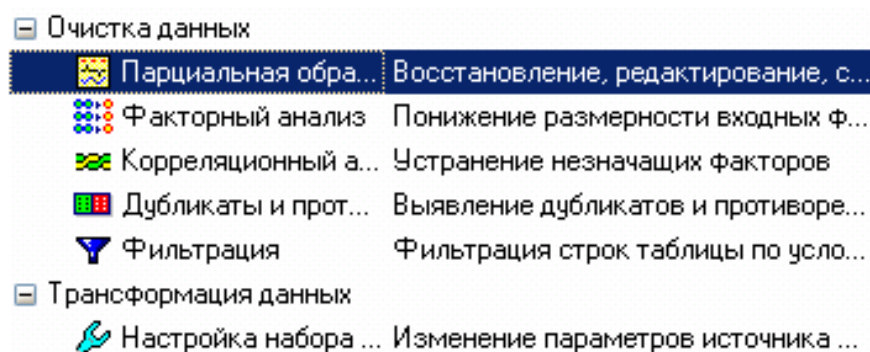


редактирования аномальных значений и спектральной обработке данных (например, сглаживания данных). Именно этот шаг часто проводится в первую очередь.

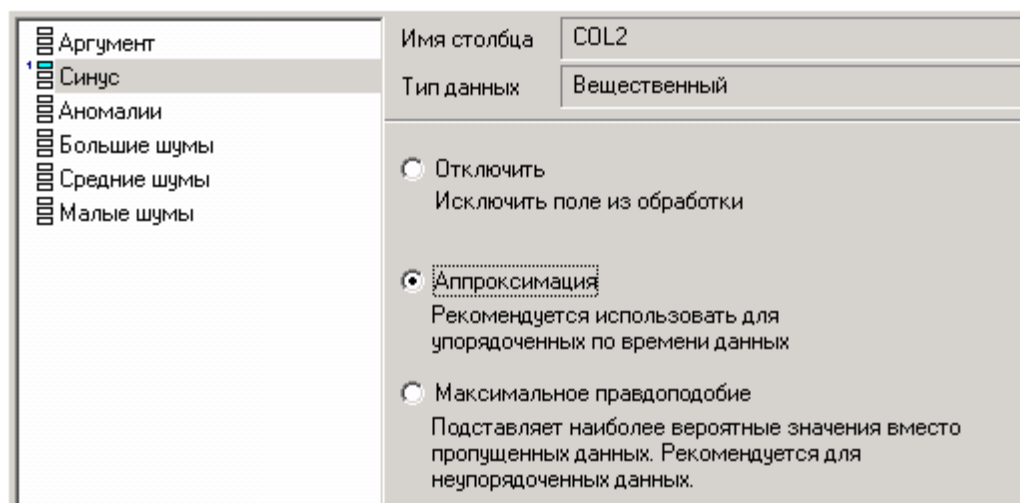
Восстановление пропущенных данных

Если данные упорядочены (например, по времени), то рекомендуется в качестве восстановления пропущенных значений использовать аппроксимацию. Алгоритм сам вычислит значение, которое должно стоять на месте пропущенного, основываясь на близлежащих данных. Если же данные не упорядочены, то следует использовать режим максимального правдоподобия, когда алгоритм подставляет вместо пропущенных данных наиболее вероятные значения, основываясь на всей выборке.

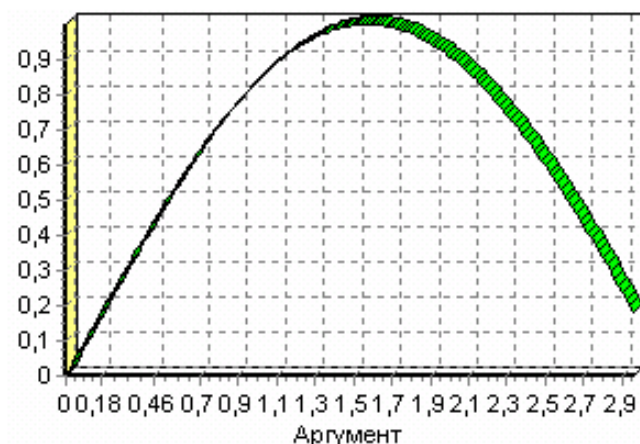
Для выполнения восстановления данных нужно воспользоваться мастером парциальной обработки. Импортировав файл можно увидеть, что в столбце «СИНУС» содержатся пустые значения. На диаграмме выше видно, что некоторые значения синуса пропущены. Для дальнейшей обработки необходимо их восстановить. Для этого следует запустить мастер парциальной обработки.



Поскольку данные в исходном наборе упорядочены, на следующем шаге мастера обработки выделим поле «СИНУС» и укажем для него тип обработки «Аппроксимация».



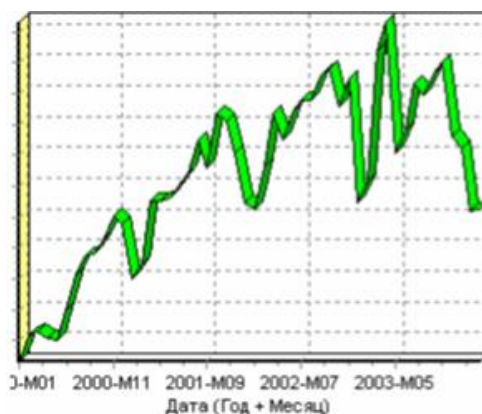
Так как в данном случае больше ничего не требуется, то остальные параметры обработки оставляем отключенными. Перейдя на страницу запуска процесса обработки, выполняем ее, нажав на пуск, и далее выбираем тип визуализации обработанных данных (как в примере импорта).



После выполнения процесса обработки на диаграмме видно, что пропуски в данных исчезли, что и было необходимо сделать.

4.2 Задача №2

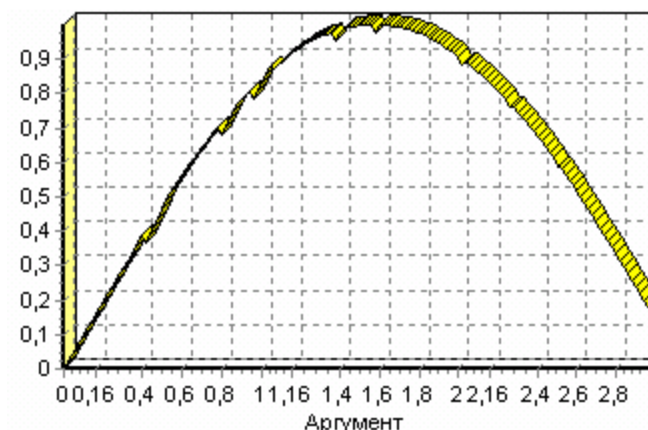
Аномалии встречаются в «исходных» данных не реже шумов. По сути они не должны оказывать никакого влияния на результат. Однако, если они присутствуют в данных при построении модели, то оказывают на нее большое влияние. Следовательно – аномалии данных предварительно необходимо устранить. Для иллюстрации импортируем файл данных, которые содержат аномальные значения. Визуализация этих данных может иметь вид (например), показанный на рисунке ниже.



В мастере парциальной предобработки на третьем шаге выбираем поле «АНОМАЛИИ» и указываем ему тип обработки «Удаления аномальных явлений», степень подавления «Большая».

Аргумент	Имя столбца	COL3
Синус	Тип данных	Вещественный
Аномалии	<input checked="" type="checkbox"/> Редактирование аномальных значений Используется алгоритм робастной фильтрации	
Большие шумы	Степень подавления	Большая
Средние шумы	Степень подавления определяет допустимую величину отклонения от нормы (робастной оценки).	
Малые шумы		

Так как больше никаких обработок не планировалось, то переходим на шаг запуска процесса обработки и нажимаем «Пуск».



После выполнения процесса обработки на диаграмме видно, что выбросы исчезли, остались лишь небольшие возмущения, которые легко сгладить при помощи спектральной обработки.

4.3 Задача №3

Так называемые шумы присутствуют в той или иной форме в любых данных, используемых в компьютерных методах обработки. Источниками и причинами зашумления могут быть различные факторы. Наиболее распространенными способами удаления или уменьшения шумов являются фильтрация.

Для ознакомления с методами фильтрации выполните импорт данных из соответствующего файла с расширением txt.

Платформа Deductor Studio предлагает несколько видов обработки: сглаживание данных путем указания полосы пропускания, вычитание шума путем указания степени вычитания шума и вейвлет-преобразование путем указания глубины разложения и порядка вейвлета.

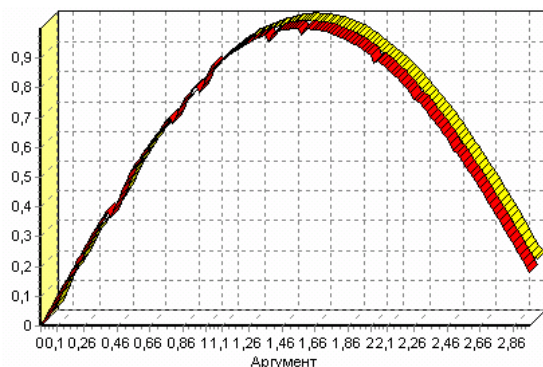
Рассмотрим такой метод спектральной обработки, как вейвлет преобразование. Как видно на рисунке импортированных данных, имеются возмущения, которые желательно устранить. Сгладим их при помощи парциальной обработки. Для этого на этапе парциальной обработки выберем поле «АНОМАЛИИ» и укажем ему тип обработки «Вейвлет преобразование» с параметрами по умолчанию (глубина разложения 3, порядок вейвлета 6).

The screenshot shows the 'Аргумент' (Argument) list on the left with 'Аномалии' selected. On the right, the 'Имя столбца' (Column name) is 'COL3' and 'Тип данных' (Data type) is 'Вещественный' (Real). Under the 'Вейвлет преобразование' (Wavelet transformation) section, the following settings are visible:

- ☒ Вейвлет преобразование
- Глубина разложения (Decomposition depth): 3
- Порядок вейвлета (Wavelet order): 6

Так как больше ничего не планируется, то перейдем к запуску процесса обработки и выполним ее. В качестве визуализатора укажем диаграмму.

После обработки можно убедиться на диаграмме в отсутствии выбросов и сравнить результат с эталонным значением синуса (столбец «СИНУС»). На рисунке красный (темный) график – значения синуса, желтый (светлый) – значения сглаженного синуса после устранения аномалий.



Шумы в данных не только скрывают общую тенденцию, но и проявляют себя при построении модели прогноза. Из-за них модель может получиться с плохими обобщающими качествами.

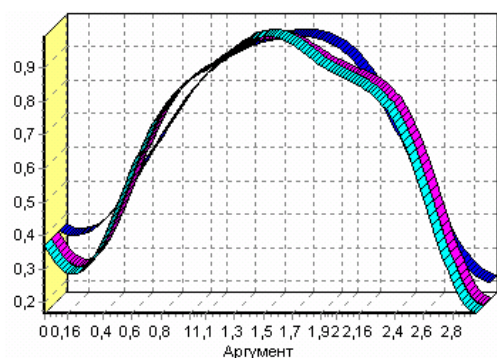
В примере по парциальной обработке, как было показано ранее, есть 3 столбца с шумами: «БОЛЬШИЕ ШУМЫ», «СРЕДНИЕ ШУМЫ», и «МАЛЫЕ ШУМЫ» – соответственно синус с большими, средними и малыми шумами.

Ясно, что для дальнейшей работы с данными эти шумы необходимо устранить. Спектральная обработка, как говорилось ранее, позволяет сделать это с помощью указания для этих полей в качестве типа обработки «Вычитание шума». Настройки обладают определенной гибкостью. Так, существует большая, средняя и малая степень вычитания шума. Аналитик может подобрать степень, устраивающую его.

Удаление больших, малых и средних шумов.

Таким образом, в мастере парциальной обработки на четвертом шаге выберем по очереди поля «БОЛЬШИЕ ШУМЫ», «СРЕДНИЕ ШУМЫ» и «МАЛЫЕ ШУМЫ», зададим тип обработки «Вычитание шума» и укажем степень подавления – «большая», «средняя» и «малая» соответственно.

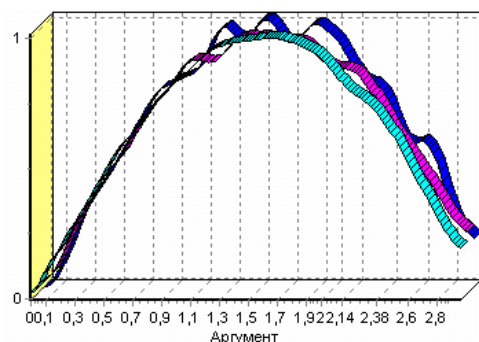
После выполнения обработки на диаграмме можно просмотреть полученные результаты.



Сглаживание больших, малых и средних шумов

В некоторых случаях неплохие результаты удаления шумов дает вейвлет преобразование. Покажем, какие результаты показывает на этих же данных этот вид спектральной обработки.

В мастере парциальной обработки выберем поля «БОЛЬШИЕ ШУМЫ», «СРЕДНИЕ ШУМЫ» и «МАЛЫЕ ШУМЫ», укажем тип обработки «Вейвлет преобразование», оставив параметры обработки по умолчанию (глубина разложения – 3, порядок вейвлета – 6).



На диаграмме можно убедиться в том, что данные сгладились. Синий график – сглаженные большие шумы, красный – сглаженные средние и желтый –

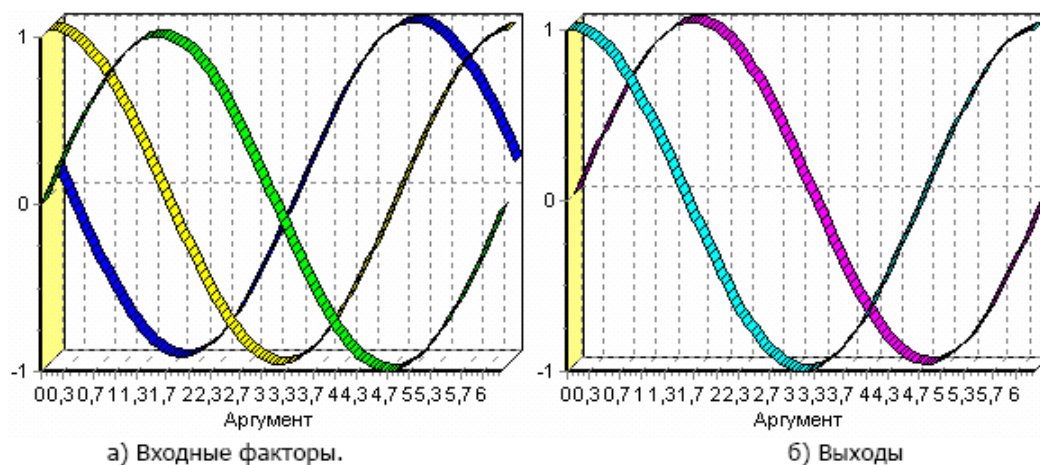
сглаженные малые шумы. Повысить качество сглаживания шумов таким способом можно, путем подбора удовлетворительных параметров обработки.

4.4 Задача №4

При большом количестве факторов, влияющих на результат, их анализ затруднен. Для осуществления анализа в таких случаях удобным является снижение размерности анализируемых данных. Это может быть выполнено с помощью факторного анализа. Факторный анализ — это процедура, с помощью которой большое число переменных, относящихся к имеющимся наблюдениям сводит к меньшему количеству независимых влияющих величин, называемых факторами. При этом в один фактор объединяются переменные, сильно коррелирующие между собой. Переменные из разных факторов слабо коррелируют между собой. Таким образом, целью факторного анализа является нахождение таких комплексных факторов, которые как можно более полно объясняют наблюдаемые связи между переменными, имеющимися в наличии.

Импортируем данные для факторного анализа, подготовленные в текстовом файле.

Он содержит таблицу со следующими полями: «АРГУМЕНТ» – аргумент, «ФАКТОР1», «ФАКТОР2», «ФАКТОР3» входные значения, «РЕЗУЛЬТАТ1!», «РЕЗУЛЬТАТ2» – выходные значения.



Понижение размерности пространства входных факторов.

В мастере факторного анализа зададим «ФАКТОР1», «ФАКТОР2», «ФАКТОР3» входными полями, «РЕЗУЛЬТАТ1!», «РЕЗУЛЬТАТ2» – выходными, а поле «АРГУМЕНТ» – неиспользуемым.

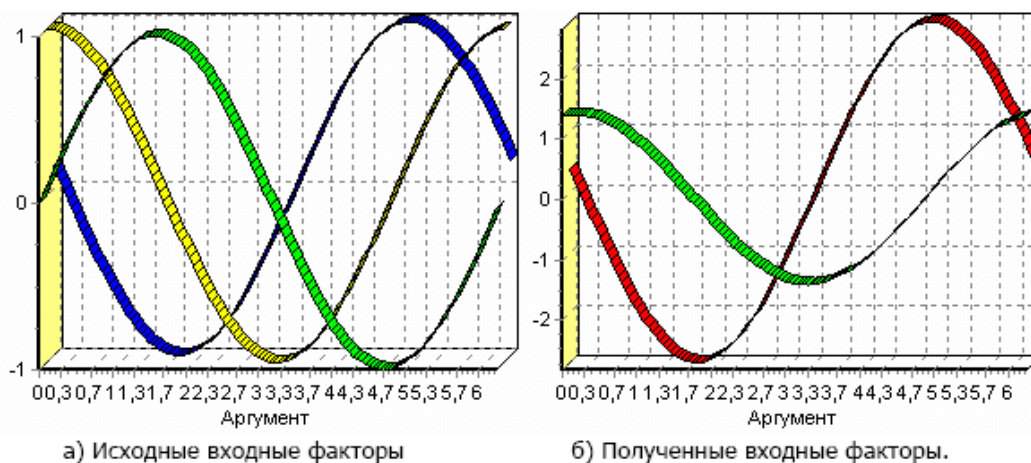
- Аргумент
- Фактор1
- Фактор2
- Фактор3
- Результат1
- Результат2

Следующий шаг предлагает запустить процесс понижения размерности пространства входных факторов. После завершения процесса на следующем шаге предлагается выбрать, какие из полученных в результате обработки факторы оставить для дальнейшей работы. Это делается путем указания необходимого порога значимости (по умолчанию порог значимости равен 90%, не будем его менять).

Главные компоненты	Собственное значение	Вклад в результат	Суммарный вклад
<input checked="" type="checkbox"/> Значение 1	2,000	66,66 %	66,66 %
<input checked="" type="checkbox"/> Значение 2	1,000	33,34 %	100,00 %
<input type="checkbox"/> Значение 3	0,000	00,00 %	

Порог значимости (%) 90

Теперь необходимо перейти на следующий шаг и выбрать способ визуализации: посмотрим результаты на диаграмме.



После обработки в наборе данных вместо трех исходных входных полей появились два новых поля – «Фактор1» и «Фактор2» – это результат понижения размерности (было 3 входных фактора, стало 2). На диаграмме видно, что «Фактор2» – близок к полю «ФАКТОР3», следовательно, «Фактор1» – это преобразо-

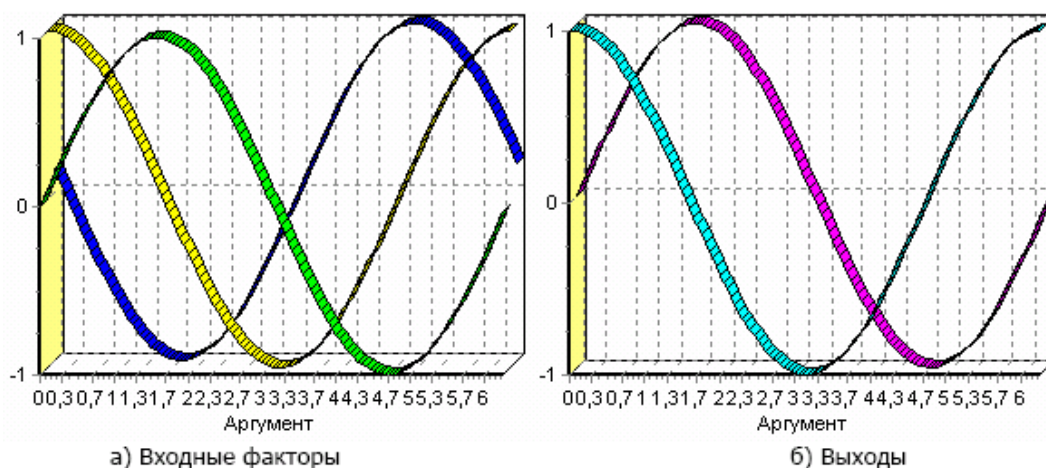
ванные факторы «ФАКТОР1» и «ФАКТОР2». Выполненное понижение размерности анализируемых факторов позволяет осуществлять анализ большого количества факторов для формирования некоторого решения.

4.5 Задача №5

Корреляционный анализ применяется для оценки зависимости выходных полей данных от входных факторов и устранения незначущих факторов. Принцип корреляционного анализа состоит в поиске таких значений, которые в наименьшей степени коррелированы (взаимосвязаны) с выходным результатом. Такие факторы могут быть исключены из результирующего набора данных практически без потери полезной информации. Критерием принятия решения об исключении является порог значимости. Если корреляция (степень взаимозависимости) между входным и выходным факторами меньше порога значимости, то соответствующий фактор отбрасывается как незначущий.

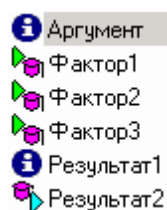
Исходные данные

Рассмотрим применение данного метода на примере данных из предыдущей задачи. Они содержат таблицу со следующими полями: «АРГУМЕНТ» – аргумент, «ФАКТОР1», «ФАКТОР2», «ФАКТОР3» – входные значения, «РЕЗУЛЬТАТ1», «РЕЗУЛЬТАТ2» – выходные значения. В данном примере определим степень влияния входных факторов на один из выходов – «РЕЗУЛЬТАТ2» и оставим только значимые факторы.



Устранение незначущих входных факторов

В мастере корреляционного анализа зададим «ФАКТОР1», «ФАКТОР2», «ФАКТОР3» входными полями, «РЕЗУЛЬТАТ2» – выходными, а поля «АРГУМЕНТ» и «РЕЗУЛЬТАТ1!» – информационным.



Следующий шаг предлагает запустить процесс корреляционного анализа. После завершения процесса на следующем шаге предлагается выбрать, какие факторы оставить для дальнейшей работы. Это делается либо вручную, основываясь на значениях матрицы ковариации, либо путем указания порога значимости (по умолчанию порог значимости равен 0.05). Из рассчитанной матрицы ковариации видно, что выходное поле «РЕЗУЛЬТАТ2» напрямую зависит от поля «ФАКТОР2» (вообще, значение коэффициента, равное 1.000 говорит о том, что эти поля идентичны), и в меньшей степени от остальных факторов. В данном случае без потери полезной информации можно исключить из дальнейшего рассмотрения «Фактор1» и «Фактор3».

Входные поля	Корреляция с выходными полями	
	Результат2	
<input type="checkbox"/> Фактор1	0.773	
<input checked="" type="checkbox"/> Фактор2	1.000	
<input type="checkbox"/> Фактор3	-0.773	

☐ Ручной выбор незначущих факторов
☒ Автоматический выбор незначущих факторов в соответствии с порогом значимости

Порог значимости

Теперь необходимо перейти на следующий шаг и выбрать способ визуализации: посмотрим результаты на диаграмме (например, можно убедиться в идентичности полей «Фактор2» и «Результат2»).

Таким образом, корреляционный анализ позволил проанализировать влияние входных факторов на результат и исключить незначущие факторы из дальнейшего анализа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем пособии описан порядок выполнения обучающимся контрольной работы по дисциплине «Разработка интеллектуальных систем принятия решений».

В примере выполнения контрольной работы показаны подходы к решению задач. В библиографическом списке представлены источники, к которым студент может обратиться при выполнении контрольной работы и для повышения уровня знаний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башлыков Александр Александрович, Еремеев Александр Павлович. Основы конструирования интеллектуальных систем поддержки принятия решений в атомной энергетике: Учебник. Москва: ООО "Научно- издательский центр ИНФРА-М", 2019
2. Немтинов, В.А. Интеллектуальные системы проектирования и управления техническими объектами. В 4 частях. Ч.4: учебное пособие. Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020
3. Орлов, А.И. Теория принятия решений: учебник. Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022
4. Станкевич Лев Александрович. Интеллектуальные системы и технологии: Учебник и практикум. Москва: Издательство Юрайт, 2019
5. Осипова Виктория Аркадьевна, Алексеев Николай Сергеевич. Математические методы поддержки принятия решений: Учебное пособие .Москва: ООО "Научно- издательский центр ИНФРА-М", 2020
6. Макшанов, А.В., Журавлев, А.Е. Системы поддержки принятия решений: учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург: Лань, 2020
7. Сириченко, А.В. Интеллектуальные системы контроля и управления. Москва: Издательский Дом МИСиС, 2020
8. Орлов, А.И. Основы теории принятия решений: учебное пособие. Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022
9. Птицына, Л.К. Интеллектуальные системы и технологии: учебное пособие. Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019
10. Дорогов Виктор Георгиевич, Теплова Яна Олеговна . Введение в методы и алгоритмы принятия решений: Учебное пособие .Москва: Издательский Дом "ФОРУМ", 2022
11. Телипенко, Е.В., Захарова, А.А. Математические методы и системы экспертной оценки в задачах поддержки принятия решений: практикум. Томск: Томский политехнический университет, 2019
12. Сириченко, А.В. Интеллектуальные системы контроля и управления. Практикум .Москва: МИСИС, 2020
13. Балдин Константин Васильевич, Башлыков Виктор Николаевич. Методы оптимальных решений: Учебник. Москва: Издательство "Флинта", 2020
14. Колбин, В.В. Методы принятия решений. Санкт-Петербург: Лань, 2021
15. Граецкая, О.В., Чусова, Ю.С. Математические и инструментальные методы принятия решений: учебное пособие. Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2020
16. Алексеев, В.В. Интеллектуальные информационные системы и технологии их построения: учебное пособие. Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021