

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра сельскохозяйственных и

технологических машин

Б1.О.23 ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ для лабораторных работ

Направление подготовки
35.03.06 Агроинженерия

Профиль подготовки
Автотроника и фирменный сервис

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Уфа 2022

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры сельскохозяйственных и технологических машин 24 марта 2022г. (протокол № 7/1).

Рекомендовано к опубликованию методической комиссией механического факультета 24марта 2022 г. (протокол № 7).

Составитель: канд. техн. наук, доцент Фархутдинов И.М.

Ответственный за выпуск: заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор Мударисов С.Г.

**Тема №1. Выявление противоречий и поиск новых решений..
Применение методов активации поиска новых технических решений
(мозговой штурм, морфологических ящик, ТРИЗ и т.п.).**

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Целью работы является освоение методики формулировки и анализа практической задачи при решении противоречий.

Задачи работы:

1. научиться выявлять противоречия в рассматриваемой системе;
2. научиться преодолевать противоречия, используя методы активации поиска новых решений.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Введение

Методика поиска средств решения изобретательских задач находится еще в зачаточном состоянии. Создание такой методики затрудняет ряд объективных причин:

- изобретательскую задачу, как правило, можно решить путем использования нескольких, в ряде случаев большого числа, принципов;
- каждый принцип решения изобретательской задачи большей частью может быть найден несколькими эвристическими методами; с другой стороны, нередко к одному и тому же принципу решения приводят различные методы поиска;
- наряду с объективно существующими закономерностями творческого процесса необходимо учесть и индивидуальные особенности каждого человека;
- существуют стереотипные методы для поиска решения большинства изобретательских задач, приводящие к решению в большинстве случаев. Решение, найденное посредством применения стереотипного метода, нередко менее оригинально, чем достигнутое путем применения метода, который ранее не использовался для решения аналогичных задач;
- всякий выбор методов поиска решения изобретательской задачи связан с ограничением их числа. Выбор ряда стереотипных методов нередко означает элиминацию оптимального метода для достижения решения с наиболее яркой оригинальностью.

Все предлагаемые в последние десятилетия подходы основаны на рассмотрении процесса решения изобретательских задач как некоторой *технологии интеллектуальной деятельности*, предполагающей определенную систему в действиях изобретателя, схематизацию выполняемых им логических процедур. Они направлены на преодоление инерции мышления и всевозможных психологических барьеров, вносят четкость и упорядоченность в рассуждения лица, решающего задачу, оптимизируют последовательность его действий. Вместо «метода проб и ошибок», т.е. бессистемного перебирания возможных вариантов решения, предлагается выбирать приемлемое решение более эффективными схематизированными («стандартными») способами.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1 Выявление и преодоление противоречий

При решении практических задач большое значение придается выявлению так называемого **«противоречия»**, когда улучшение одного параметра системы приводит к ухудшению другого параметра. Это может, например, отражать ситуации, когда введение (усиление) полезного действия, либо устранение (ослабление) вредного действия вызывает ухудшение (в частности, недопустимое усложнение) одной из частей системы или всей системы в целом и т.д. Например, увеличение прочности крыла самолёта может приводить к увеличению его веса, и наоборот — облегчение крыла приводит к снижению его прочности. В системе возникает конфликт, противоречие.

Выделяют 3 вида противоречий (в порядке возрастания сложности разрешения):

- **административное противоречие:** «надо улучшить систему, но я не знаю как (не умею, не имею права) сделать это». Это противоречие является самым слабым и может быть снято либо изучением дополнительных материалов, либо принятием/снятием административных решений.

- **техническое противоречие:** «улучшение одного параметра системы приводит к ухудшению другого параметра». Техническое противоречие — это и есть постановка **изобретательской задачи**. Переход от административного противоречия к техническому резко понижает размерность задачи, сужает поле поиска решений и позволяет перейти от метода проб и ошибок к алгоритму решения изобретательской задачи, который либо предлагает применить один или несколько стандартных технических приёмов, либо (в случае сложных задач) указывает на одно или несколько физических противоречий.

- **физическое противоречие:** «для улучшения системы, какая-то её часть должна находиться в разных физических состояниях одновременно, что невозможно». Физическое противоречие является наиболее фундаментальным, потому что изобретатель упирается в ограничения, обусловленные физическими законами природы. Для решения задачи изобретатель должен воспользоваться справочником физических эффектов и таблицей их применения.

Преодоление технического противоречия и является направлением поиска решения изобретательской задачи. Такое противоречие обычно содержится в решаемой проблеме в неявной форме, оно зависит от предпринимаемого подхода и даже от взглядов специалиста, решающего эту проблему. Возможна ситуация, когда, поиск, вытекающий из выявленного технического противоречия, не приводит к приемлемому решению. Тогда специалист возвращается к начальным этапам и ищет другое техническое противоречие, на основе которого формирует новое направление поиска и начинает работу занова.

2.2 Теория решения изобретательских задач – ТРИЗ

Действия пользователя ТРИЗ (инженера, решающего изобретательскую задачу) разбиваются на этапы, которые в свою очередь разделяются на отдельные шаги. Для этого разработана система наводящих (контрольных) вопросов, таблиц, образующих специальный **алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)**. Подход разработан в бывшем СССР Г.С.

Альтшулером.

Вначале рекомендуется проанализировать решаемую техническую проблему и переформулировать ее в направлении большей конкретности и целенаправленности. Вместо расплывчатого описания ситуации нужна более четкая формулировка, показывающая направление дальнейшего поиска и отсекающая бесперспективные и неэффективные пути. Рекомендуется, например, на стадии начального анализа задачи последовательно решать следующие вопросы:

I шаг – как решаются подобные задачи в других областях деятельности?

II шаг – можно ли решить данную задачу, если не считаться с затратами?

III шаг – как изменится задача, если уменьшить требуемый показатель почти до нуля?

IV шаг – то же, если увеличить его в 10 раз?

V шаг – как сформулировать задачу без специальных терминов?

Существенное значение имеет также четкость представления об *идеальном конечном результате*, без чего тоже трудно выбирать направление поиска.

В первых версиях АРИЗ предлагались следующие шаги-вопросы для выявления технического противоречия и выбора направления поиска решений:

I шаг – что желательно получить в идеальном случае?

II шаг – что этому мешает (в чем помеха)?

III шаг – в чем причина помехи (в чем техническое противоречие)?

IV шаг – когда исчезнет причина помехи?

По таким же принципам формировалась последовательность всех остальных действий специалиста, решающего изобретательскую задачу.

При всем многообразии технических противоречий большинство из них решается 40 основными приемами. Естественно, что знание таких приемов существенно облегчает поиск ответа. По этой причине для нахождения способа устранения технического противоречия в АРИЗ разработаны различные стандартные приемы, таблицы их применения, система типовых (стандартных) решений и проч. Типичные приемы следующие:

- разделение объекта на независимые части (пневматическая шина, состоящая из множества секций; автомашина, каждое колесо которой имеет свой двигатель и т.д.);

- соединение однородных объектов для смежных операций (жилетка с пристегивающимися рукавами; противопожарное оборудование гидросамолета, в котором емкости воды располагаются в поплавках и т.д.);

- устранение вредного фактора за счет сложения его с другими вредными факторами (телефонные наушники, в которых внешние шумы гасятся дополнительным шумом со сдвигом по фазе и т.д.);

- изменение внешней среды, окружающей рассматриваемый объект (магнитное поле в электролите при прогревании в нем изделий и т.д.);

- и т.д.

В АРИЗ-85-В предусматривается 9 этапов (частей), включающих:

Этап 1. Анализ задачи.

Этап 2. Анализ модели задачи.

Этап 3. Определение идеального конструктивного решения (ИКР) и физического противоречия.

Этап 4. Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов (методические приемы, облегчающие поиск решения).

Этап 5. Применение информационного фонда.

Этап 6. Изменение или замена задачи.

Этап 7. Анализ способа устранения физического противоречия.

Этап 8. Применение полученного ответа.

Этап 9. Анализ хода решения.

В целом АРИЗ-85-В основывается на тех же идеях, что и предшествующие версии АРИЗ, просто алгоритм дополнился многочисленными новыми приемами, стал более подробным, универсальным. В этой связи для понимания его принципов особых пояснений не требуется, но для подробного изучения АРИЗ-85-В и приобретения практических навыков его использования необходимы значительно большие затраты времени, чем для первоначальных версий (программа-минимум обучения, по мнению разработчиков, должна быть не менее 80 часов).

2.3 Метод проб и ошибок

Метод проб и ошибок (в просторечии также: **метод (научного) тыка**) — является врождённым методом мышления человека. Также этот метод называют *методом перебора вариантов*. Считается, что для метода проб и ошибок выполняется правило — **«первое пришедшее в голову решение — слабое»**. Объясняют этот феномен тем, что человек старается поскорее освободиться от неприятной неопределённости и делает то, что пришло в голову первым.

Метод проб и ошибок лежит в основе принятия решений участниками рынка в условиях совершенной конкуренции, что является одной из главных причин постоянных кризисов.

Если рассматривать абсолютно случайный перебор вариантов, то можно сделать следующие выводы:

Достоинства метода:

1. Этому методу не надо учиться.
2. Методическая простота решения.
3. Удовлетворительно решаются простые задачи (не более 10 проб и ошибок).

Недостатки метода:

1. Плохо решаются задачи средней сложности (более 20—30 проб и ошибок) и практически не решаются сложные задачи (более 1000 проб и ошибок).
2. Нет приёмов решения.
3. Нет алгоритма мышления, мы не управляем процессом думанья. Идет почти хаотичный перебор вариантов.
4. Неизвестно, когда будет решение и будет ли вообще.
5. Отсутствуют критерии оценки силы решения, поэтому неясно, когда прекращать думать. А вдруг в следующее мгновение придет гениальное решение?
6. Требуются большие затраты времени и волевых усилий при решении трудных задач.
7. Иногда ошибаться нельзя ИЛИ этот метод не подходит (не будет

человек резать на бомбе провода наугад).

2.4 Морфологический анализ

Морфологический анализ (метод морфологического анализа) — основан на подборе возможных решений для отдельных частей задачи (так называемых морфологических признаков, характеризующих устройство) и последующем систематизированном получении их сочетаний (комбинировании). Относится к эвристическим методам. Метод разработан швейцарским астрономом Ф.Цвикки. Благодаря этому методу он смог за короткое время получить значительное количество оригинальных технических решений в ракетостроении.

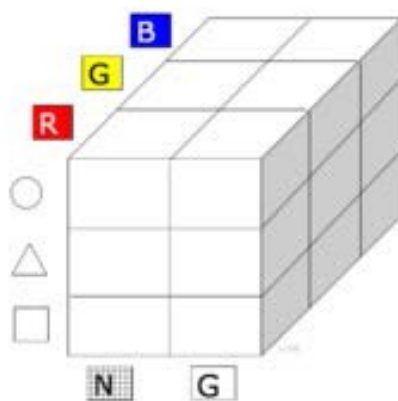


Рисунок 1 Куб Цвикки

Куб Цвикки позволяет представить различные комбинации возможных реализаций параметров объекта, например цвета, формы и текстуры.

Для проведения морфологического анализа необходима точная формулировка проблемы для рассматриваемой системы. В итоге даётся ответ на более общий вопрос посредством поиска всевозможных вариантов частных решений, независимо от того, что в исходной задаче речь шла только об одной конкретной системе. Основные этапы применения метода.

1. Выясняется цель задачи — поиск вариантов функциональных схем, либо принципов действия, либо структурных схем, либо конструктивных разновидностей разрабатываемой системы. Возможно исследование одновременно по нескольким признакам.

2. Выделяют узловые точки (оси, отдельные части задачи), которые характеризуют разрабатываемую систему с позиции ранее сформулированной цели. Это могут быть частные функции подсистем, принципы их работы, их форма, расположение, характеристики и свойства (состояние вещества и энергии, вид совершаемого движения, физические, химические, биологические, психологические, потребительские свойства и т. д.). Удобно предварительно (допустим, из анализа аналогичной системы) построить соответствующую блок-схему (функционирования, принципа действия, структурную схему), элементы которой и образуют узлы.

Количество узлов обычно выбирается из условия обозримости и реальности анализа, получаемых впоследствии вариантов: при ручной обработке — 4...7 узлов, при работе на компьютере — в пределах физической возможности вычислительной техники и отведенного на решение задачи времени. Удобно задачу решать в ряд этапов: сначала по ограниченному числу

наиболее важных узловых точек, а затем — для дополнительных, второстепенных или выявленных в ходе анализа и представляющих интерес новых узлов.

3. Для каждой узловой точки предлагаются варианты решений: либо, исходя из личного опыта (зависит от эрудиции), либо, беря их из справочников и банков (баз) данных (то есть на каждую ось нанизываются возможные решения, по аналогии со счетами).

Варианты должны охватывать всю область возможных решений для данной узловой точки. Но чтобы задача была обозримой, рекомендуется сначала выделять укрупненно-обобщенные группы вариантов, которые при необходимости впоследствии конкретизируются. Варианты могут быть не только реальные, но и фантастические.

4. Проводят полный перебор всех вариантов решений (каждый раз берут по одному варианту для каждой оси) с проверкой комбинаций на соответствие условиям задачи, на несовместимость отдельных вариантов в предлагаемой их общей группе, на реализуемость и иные условия.

При необходимости для выбранных решений можно повторить морфологический анализ, конкретизируя узлы (оси) и варианты. Морфологический анализ удобнее и нагляднее проводить с применением морфологических таблиц (ящиков).

Формальное комбинирование вариантов создает впечатление автоматизма в применении метода. Однако его эвристическая природа весьма существенна и зависит от следующих субъективных факторов:

- интуитивное выделение узлов и их признаков, состава вариантов. Отсутствие уверенности, что учтены все (и особенно, перспективные) узлы и варианты; конкретное решение является следствием анализа просматриваемых комбинаций, возникновения продуктивных ассоциаций и образов.

Пример

Например, необходимо предложить новую эффективную конструкцию устройства для транспортирования по снегу — снегохода.

Точное определение класса изучаемых систем (устройств) позволяет раскрыть основные характеристики или параметры, облегчающие поиск новых решений. Применительно к снегоходу как транспортному средству морфологическими признаками могут быть функциональные узлы снегохода: А

— двигатель, Б — движитель, В — опора кабины, Г — управление, Д — обеспечение заднего хода и т. п.

Каждая характеристика (параметр) обладает определённым числом различных независимых свойств. Так, двигатели: А₁ — внутреннего сгорания, А₂ — газовая турбина, А₃ — электродвигатель, А₄ — реактивный двигатель т.д.; движители: Б₁ — воздушный винт, Б₂ — гусеницы, Б₃ — лыжи, Б₄ — снегомёт, Б₅ — шнеки и т. д.; опора кабины: В₁ — опора кабины на снег, В₂ — на двигатель, В₃ — на движитель и т. д.;

По заданной проблеме в матричном выражении (**морфологическом ящике**) фиксируются наиболее существенные параметры.

Например, для снегохода матрица будет иметь вид:

(А₁ А₂ А₃ А₄)

(Б₁ Б₂ Б₃ Б₄

Б₅) (В₁ В₂ В₃)

Возможные сочетания: A_1, B_3, B_2 , или A_1, B_2, B_3 , или A_2, B_1, B_2 и т. д. Общее количество сочетаний в морфологическом ящике равно произведению чисел элементов на осях. В нашем примере: $4 \cdot 5 \cdot 3 = 60$.

Морфологический ящик

	Характеристика	Свойства					
		1	2	3	4	5	...
А	Двигатель	внутреннего сгорания	газовая турбина	электродвигатель	реактивный двигатель	5	...
Б	Движитель	воздушный винт	гусеницы	лыжи	снегомёт	шнел и	...
В	Опора кабины	на снег	на двигатель	на движитель	4	5	...
Г	Управление	1	2	3	4	5	...
Д	Обеспечение заднего хода	1	2	3	4	5	...

Матрица — символическая форма описания решений. Она дает представление о всех возможных конструктивных схемах снегохода путем фиксирования в каждой строке матрицы одного из элементов. Набор этих элементов будет представлять возможный вариант исходной задачи. Рассматривая разные сочетания этих элементов, можно получить большое сочетание всевозможных вариантов решений, в том числе и самых неожиданных. Так, морфологическая матрица для реактивных двигателей, работающих на химическом топливе, построенная Ф. Цвикки, содержала 576 возможных вариантов решений.

Ответственный этап метода — оценка вариантов решений, вытекающих из структуры морфологической матрицы. Сравнивают варианты по одному или нескольким наиболее важным для данной технической системы показателям.

2.5 Метод мозгового штурма

Метод мозгового штурма (**мозговой штурм**, **мозговая атака**, англ. *brainstorming*) — оперативный метод решения проблемы на основе стимулирования творческой активности, при котором участникам обсуждения предлагают высказывать как можно большее количество вариантов решения, в том числе самых фантастических. Затем из общего числа высказанных идей отбирают наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике. Является методом экспертного оценивания.

Изобретателем метода мозгового штурма считается Алекс Осборн, сотрудник рекламного агентства BBD&O. Одним из продолжений метода мозгового штурма является метод синектики.



Рисунок 2 Генераторы идей

Этапы и правила мозгового штурма

Правильно организованный мозговой штурм включает три обязательных этапа. Этапы отличаются организацией и правилами их проведения:

1. **Постановка проблемы.** Предварительный этап. В начале этого этапа проблема должна быть четко сформулирована. Происходит отбор участников штурма, определение ведущего и распределение прочих ролей участников в зависимости от поставленной проблемы и выбранного способа проведения штурма.

2. **Генерация идей.** Основной этап, от которого во многом зависит успех (см. ниже) всего мозгового штурма. Поэтому очень важно соблюдать правила для этого этапа:

- Главное — количество идей. Не делайте никаких ограничений. Полный запрет на критику и любую (в том числе положительную) оценку высказываемых идей, так как оценка отвлекает от основной задачи и сбивает творческий настрой.

- Необычные и даже абсурдные идеи приветствуются.

- Комбинируйте и улучшайте любые идеи.

3. **Группировка, отбор и оценка идей.** Этот этап часто забывают, но именно он позволяет выделить наиболее ценные идеи и дать окончательный результат мозгового штурма. На этом этапе, в отличие от второго, оценка не ограничивается, а наоборот, приветствуется. Методы анализа и оценки идей могут быть очень разными. Успешность этого этапа напрямую зависит от того, насколько "одинаково" участники понимают критерии отбора и оценки идей.

Мозговые атаки

Для проведения мозговой атаки обычно создают две группы:

- участники, предлагающие новые варианты решения задачи;
- члены комиссии, обрабатывающие предложенные решения.

Различают индивидуальные и коллективные мозговые атаки.

В мозговом штурме участвует коллектив из нескольких специалистов и ведущих. Перед самым сеансом мозгового штурма ведущий производит четкую постановку задачи, подлежащей решению. В ходе мозгового штурма участники высказывают свои идеи, направленные на решение поставленной задачи, причём как логичные, так и абсурдные. Если в мозговом штурме принимают участие люди различных чинов или рангов, то рекомендуется заслушивать идеи в порядке возрастания ранжира, что позволяет исключить психологический

фактор «соглашения с начальством».

В процессе мозгового штурма, как правило, вначале решения не отличаются высокой оригинальностью, но по прошествии некоторого времени типовые, шаблонные решения исчерпываются, и у участников начинают возникать необычные идеи. Ведущий записывает или как-то иначе регистрирует все идеи, возникшие в ходе мозгового штурма.

Затем, когда все идеи высказаны, производится их анализ, развитие и отбор. В итоге находится максимально эффективное и часто нетривиальное решение задачи.

Успех мозгового штурма сильно зависит от психологической атмосферы и активности обсуждения, поэтому роль ведущего в мозговом штурме очень важна. Именно он может «вывести из тупика» и вдохнуть свежие силы в процесс.

2.6 Метод синектики

Синектика (англ. *Synectics* - *совмещение разнородных элементов*) — методика исследования, **основанная на социально-психологической мотивации коллективной интеллектуальной деятельности**, предложенная В. Дж. Гордоном. Является развитием и усовершенствованием метода мозгового штурма. Д. Гордон сформулировал в виде метода решения проблем, когда руководил группой исследования изобретений для Артура Д. Литтла. Один из *эвристических* методов. При синтетическом штурме допустима критика, которая позволяет развивать и видоизменять высказанные идеи. Этот штурм ведет постоянная группа. Её члены постепенно привыкают к совместной работе, перестают бояться критики, не обижаются, когда кто-то отвергает их предложения.

Виды аналогий

В методе применены четыре вида аналогий — прямая, символическая, фантастическая, личная.

1. При **прямой аналогии** рассматриваемый объект сравнивается с более или менее похожим аналогичным объектом в природе или технике. Например, для усовершенствования процесса окраски мебели применение прямой аналогии состоит в том, чтобы рассмотреть, как окрашены минералы, цветы, птицы и т. п. или как окрашивают бумагу, киноплёнки и т. п.

2. **Символическая аналогия** требует в парадоксальной форме сформулировать фразу, буквально в двух словах отражающую суть явления. Например, при решении задачи, связанной с мрамором, найдено словосочетание «радужное постоянство», так как отшлифованный мрамор (кроме белого) — весь в ярких узорах, напоминающих радугу, но все эти узоры постоянны.

3. При **фантастической аналогии** необходимо представить фантастические средства или персонажи, выполняющие то, что требуется по условиям задачи. Например, хотелось бы, чтобы дорога существовала там, где её касаются колёса автомобиля.

4. **Личная аналогия (эмпатия)** позволяет представить себя тем предметом или частью предмета, о котором идёт речь в задаче. В примере с окраской мебели можно вообразить себя белой вороной, которая хочет окраситься. Или, если совершенствуется зубчатая передача, то представить себя

шестерней, которая крутится вокруг своей оси, подставляя бока соседней шестерне. Нужно в буквальном смысле входить «в образ» этой шестерни, чтобы на себе почувствовать всё, что достаётся ей, и какие она испытывает неудобства или перегрузки. Что даёт такое перевоплощение? Оно значительно уменьшает инерцию мышления и позволяет рассматривать задачу с новой точки зрения.

2 ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Задание 1

У двигателей внутреннего сгорания цилиндры изнашиваются неравномерно: поршень, двигаясь возвратно-поступательным движением по втулке цилиндра, может качаться (в пределах зазора) на пальце в плоскости кривошипно-шатунного механизма. В результате цилиндр постепенно превращается в эллиптическую бочку. Из-за нарушенной геометрии пара поршень — цилиндр не обеспечивает компрессии, мощность двигателя: падает. Ремонт дорог, сложен и требует много времени. На крупных двигателях цилиндры снабжены сменными втулками, но их замена также трудоемка и дорога. Поскольку шатун в исходном положении находится с одной стороны(скажем, справа),то для более равномерного износа палец вставляют не на линии оси поршня, а правее его. Однако все равно вместо эллипса теперь получается яйцообразный износ. Для уменьшения износа из полости шатуна, когда он переходит влево, на место износа впрыскивают масло (нацеливая его на острый конец яйца). Однако и это не дает существенного улучшения. Равномерный износ, без нарушения геометрической формы - меньше из зол (поршневые кольца, уплотняющие пару, менять легче). Вред приносит именно искривление окружности.

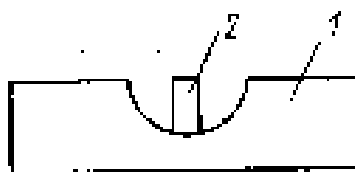
Найти способ уменьшения неодинакового износа цилиндра двигателя.

Контрольный ответ: пат. 133897,Швейцария.

Задание 2

Как известно, процесс прицеливания состоит в том, чтобы совместить на оптической оси мишень, мушку и прорезь прицела. То же самое происходит и при использовании оптических прицелов, но они считаются другим объектом.

Прототип-простой рамочный прицел с мушкой (рисунок 3).



1 – рамный прицел; 2 – мушка.

Рисунок 3 прицельное устройство в форме рамы

Глазу трудно уловить небольшие смещения мушки (вправо, влево, вверх, вниз). Кроме того, прицел, и особенно мушка, заслоняет мишень, а нам надо попасть в избранное место самой мишени (обычная «посадка» мишени на мушку непригодна).

Как, не усложняя существенно конструкции прицела, устранить недостатки? Решение должно сохранить форму рамы (без использования

оптического прицела), пригодной для мишеней вертикальных или горизонтальных форм, не должно уменьшать механической прочности прицела, мушки или утомлять зрение.

Найденное решение не публикуется, оно более высокого творческого уровня, нежели пат.3499224, США, который взят в качестве прототипа. Контрольный ответ: а.с. 325476, СССР, менее совершенный, чем патент США.

Задание 3

Нефть из резервуара постепенно испаряется. Герметизировать резервуар (при переменном уровне нефти) нельзя. Пробовали применять плавающие экраны, однако стенки резервуара неровные, приходится оставлять зазор между экраном и стенками. Нефть испаряется как и раньше...

Что делать?

Контрольный ответ: пат. 177436, ФРГ.

Задание 4

Имеется дозатор жидкости, выполненный в виде устройства, показанного на рисунке 4.

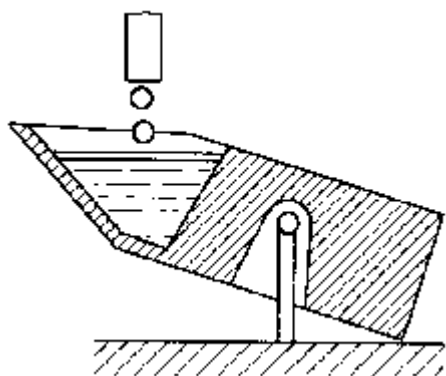
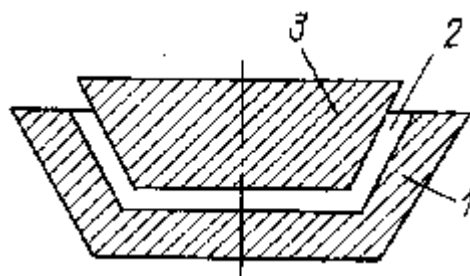


Рисунок 4 Дозатор жидкости



1 – матрица; 2 – стеклянное изделие; 3 – пуансон.

Рисунок 5 Форма для отливки
стеклянного изделия

Жидкость поступает в ковш дозатора. Когда набирается установленный объем жидкости, дозатор наклоняется влево — жидкость выливается. Левая часть дозатора становится легче, дозатор возвращается в исходное положение. К сожалению, дозатор работает неточно. При наклоне влево, как только начинается слив жидкости; левая часть дозатора становится легче, дозатор возвращается в исходное положение, хотя в ковше остается часть жидкости.

«Недолив» зависит от многих факторов (разность массы левой и правой частей дозатора, вязкость жидкости, трение оси дозатора и т.д.), поэтому нельзя просто взять ковш побольше.

Надо устранить недостаток дозатора, сохраняя его принцип действия: качели.

Контрольный ответ: а. с. 151526, СССР. Решение по а. с. 329441, СССР сложное и не использует объема качающейся части дозатора.

Задание 5

При изготовлении экранов телевизионных трубок требуется очень высокая чистота поверхностей (14-й класс). Изготавливают экраны прессованием в металлических формах, состоящих из пуансона и матрицы (рисунок 5). В матрицу заливают расплавленное стекло (900 °С),

нажимают пуансоном, стекло быстро застывает (отдает тепло металлу). Поверхность готового изделия получается недостаточно чистой, поскольку стекло прилипает к металлу. Из-за этого приходится потом шлифовать поверхность стекла. Пытались смазывать металл олифой, пробовали различные составы смазочного материала — безуспешно. Он выгорает.

Требуется такая форма, из которой изделия будут всегда выходить достаточно гладкими. Гладкость нужна по всей поверхности — внутренней, внешней, боковой.

Контрольный ответ: пат. 1429343, Великобритания.

Задание 6

При увеличении скорости водоизмещающего судна сталкиваются с явлением кавитации воды. С одной стороны, увеличение кавитации полезно, ибо при наличии кавитации уменьшается трение между водой и стенками судна. Тогда у стенок судна образуется смесь воды и воздушных пузырей, а

трение судна о воздух становится меньше. На корме кавитация самая большая, однако именно это не разрешает увеличить скорость судна, так как винт будет отталкиваться не от воды, а от смеси воды и воздуха, т. е. с другой стороны, кавитация вредна. Винт должен остаться на корме.

Как быть?

Контрольный ответ: пат. 1267946, Великобритания.

Задание 7

Имеется закрытый резервуар из немагнитного металла цилиндрической формы (ось цилиндра вертикальная); в резервуаре под высоким давлением находится взрывоопасная или агрессивная жидкость. Уровень жидкости меняется в широких пределах (3м). С наружной стороны резервуара по шкале визуально наблюдают, как меняется уровень жидкости. Известно одно из решений: в резервуаре установлен поплавков (на котором укреплен постоянный магнит с горизонтально расположенными двумя полюсами), перемещающийся вертикально по немагнитным направляющим (пат. 52 — 16379, Япония). К резервуару с наружной стороны прислоняется стеклянная труба, не сообщающаяся с внутренней полостью резервуара, в которой движется ферромагнитный индикатор. Последний показывает уровень жидкости, находящейся внутри резервуара. Такой измеритель уровня имеет ряд недостатков: поплавков туго движется по направляющим (в жидкости имеется твердая взвесь). При попытке увеличить зазор поплавков перекашивается и застревает; в стеклянной трубке застревает индикатор, а сама трубка разбивается.

Как устранить эти недостатки, сохраняя принцип магнитного поплавка? Какие-либо стекла для трубки или для щели в резервуаре непригодны, ибо их трудно герметизировать и они разбиваются. Индикатор может находиться на наружной стенке резервуара или наружной стенке измерительной трубки, сообщающейся с резервуаром. Такая трубка изготавливается из немагнитного металла и располагается вертикально, т. е. измерительная трубка представляет собой тот же резервуар, только с меньшим диаметром.

Контрольный ответ: пат. 752594, Великобритания.

Задание 8

Как сделать, чтобы лодка, имеющая надувные борта и надувное днище

«Нырок-4» Ярославского производственного объединения «Ярославрезинотехника», стала пригодной для использования в качестве палатки на суше? Палатка должна быть приспособлена для лежания и сидения. Необходимо также, чтобы лодку-палатку можно было использовать в качестве стола, а некоторые ее части (например, надувное днище) — в качестве инвентаря палатки. Одновременно следует решить задачу: как во время дождя и плавания сделать укрытие, пригодное и для защиты от солнца? При этом масса лодки-палатки должна быть меньше суммарной массы известного спортивного инвентаря: лодки «Нырок-4», палатки и надувного матраса.

Контрольный ответ не публикуется.3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что обуславливает необходимость применения «технологии интеллектуальной деятельности»?
2. Опишите возможные противоречия при решении практических задач.
3. В чем сущность «теории решения изобретательских задач» – ТРИЗ?
4. Перечислите основные достоинства и недостатки метода проб и ошибок.
5. Позволяет ли метод морфологического анализа выявить ранее неизвестные технические решения?
6. Опишите процедуру проведения «мозговой атаки».
7. Назовите преимущества синтетического штурма.

Тема 2 Классификация объектов интеллектуальной собственности. Евразийская патентная система. Патентный поиск.

1Цель занятия

Овладеть навыками работы по классификации изобретений для проведения патентного поиска при решении технической задачи.

2Общие сведения

Быстрому и полному ознакомлению специалистов с достижениями в той или иной области техники способствует Международная патентная классификация (МПК), которая получила всемирное признание. МПК принята в 1954 г. патентными ведомствами стран - участниц Европейского совета. На протяжении минувших лет она периодически пересматривалась, совершенствовалась и в настоящее время используется восьмая редакция.

• Классификация изобретений

Все изобретения по МПК разделены на восемь разделов, которые обозначают заглавными латинскими буквами:

Раздел А - УДОВЛЕТВОРЕНИЕ ЖИЗНЕННЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ
ЧЕЛОВЕКА;

Раздел В - РАЗЛИЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ;
ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ;

Раздел С - ХИМИЯ; МЕТАЛЛУРГИЯ; Раздел

Д - ТЕКСТИЛЬ; БУМАГА;

Раздел Е - СТРОИТЕЛЬСТВО; ГОРНОЕ ДЕЛО;

Раздел F - МАШИНОСТРОЕНИЕ; ОСВЕЩЕНИЕ; ОТОПЛЕНИЕ;
ДВИГАТЕЛИ И НАСОСЫ; ОРУЖИЕ И БОЕПРИПАСЫ; ВЗРЫВНЫЕ
РАБОТЫ;

Раздел G - ФИЗИКА;

Раздел H - ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.

Каждый раздел делится на классы, которые обозначаются буквенным индексом раздела и двузначным арабским числом от 01 до 99. Например, раздел Е (строительное дело) делится на пять классов. Первый класс включает дорожное строительство, строительство железных дорог и мостов и обозначается числом 01. Второй класс охватывает гидротехнические сооружения, водоснабжение и канализацию (02). Третий класс включает наземное строительство (03) и т.д.

Классы делятся на подклассы, которые обозначаются заглавными буквами латинского алфавита. Например, Е 04 С - элементы строительных конструкций; строительные материалы.

Каждый подкласс разбит на подразделения, которые называются рубриками. Среди рубрик различаются основные (главные) группы и подгруппы, которые составляют так называемое дробное деление МПК. Группы обозначают индексом, состоящим из индекса подкласса, за которым следует одно-, двух-, или трехзначное число, косая черта и символ из двух цифр (например 12). Например, Е 04 С 1/00 – строительные элементы в виде блоков для сооружения отдельных частей зданий.

Наглядное изображение классификации показано на рисунке 1, представляющем древовидную пятизвенную схему. Особенность такой классификации – возможность изменения и дополнения ее без искажения всей структуры.

РАЗРАБОТКА

A	B	C	D	E	F	G	H	1
	01		02		04		12	2
		C	D	K	L			3
			1	2	12			4
		/00	/02	/27	/244			5

1(буквенная) – раздел; 1+2(цифровая) – класс; 1+2+3(буквенная) –

подкласс; 1+2+3+4(цифровая) – группа; 1+2+3+4+5(цифровая через дробь) – подгруппа. Например - Е 04 К 3/244

Рисунок 1 – Схема упорядочения пятизвенной классификации изобретений.

Большинство групп разбиты на подгруппы, подчиненные основной группе. Индекс подгруппы состоит из индекса подкласса, одно-, двух- или трехзначного номера, косой черты и не менее двух цифр, например - Е 04 С 1/24.

Введение новых рубрик привело к использованию для их обозначения трех- или четырехзначных чисел (после косой черты). Третье и четвертое числа показывают дальнейшее деление подгруппы. Например, в обозначении Е 04 С 1/24 за подгруппой 1/24 может следовать 1/242, 1/244 и т.д.

Степень подчиненности рубрик выражается относительным сдвигом строк вправо. Величина сдвига отмечается точками. Одна точка предшествует группе, подчиненной непосредственно группе. Две и более точек предшествуют подгруппе, подчиненной ближайшей вышестоящей подгруппе этой группы. Например, группа 1/00 - строительные элементы в виде блоков для сооружения отдельных частей зданий - имеет подгруппы:

1/04 . - для сооружения стен и опор; 1/06

.. - с пустотами;

1/07 ... - с полностью закрытыми пустотами.

Таким образом, выделение групп и подгрупп в МПК осуществляется по принципу "от общего к частному".

Изобретение, подлежащее классификации, не может рассматриваться как чистая идея, в отрыве от ее технического воплощения в устройстве, способе или веществе, в которых оно может быть реализовано или применено. Понятия «устройства», «способы», «вещества» имеют широкий смысл. К устройствам относят приборы, машины, транспортные средства, агрегаты, электрические схемы и т.д.; к способам – полимеризацию, разделение (сепарацию), формирование, передачу и преобразование энергии, приготовление пищевых продуктов, эксплуатацию машин и механизмов и т.д.; к веществам – химические соединения, смеси, волокна, пленки, текстильные изделия и т.д.

Часто указанные понятия могут быть отнесены к рубрикам, касающимся веществ или устройств, например, химические способы – относят к производимым или перерабатываемым веществам. Устройства, обуславливающие определенные технологические операции, могут относиться к рубрикам, касающимся способов.

Бывает и так, что одно и то же изобретение, воплощенное в способе или устройстве, имеет различные существенные признаки. Так, автомобиль может рассматриваться как транспортное средство, устройство для сидения, устройство для создания удобств. Поэтому в системе классификации автомобиль отнесен к различным подклассам и группам в зависимости от определяющих признаков.

Текст рубрики МПК, касающийся какого-либо объекта, не следует понимать так, как будто любую информацию, относящуюся к этому объекту, можно найти только в данной рубрике. Хотя кресло для инвалидов отнесено к

рубрике A61C 5/00, некоторые элементы этого кресла, как показывают отсылки в этой рубрике, классифицируются по другим рубрикам, отсылки которых в свою очередь показывают, в каких рубриках следует искать остальные конструктивные элементы. В частности, элементы, применяемые в обыкновенных стульях, классифицируются по рубрикам подкласса A47C.

Работа с МПК значительно упрощается при использовании Алфавитно-предметного указателя (АПУ) к Международной патентной классификации.

• Патентный поиск

Патентный поиск может проводиться с целью установления уровня технического решения, объема прав патентообладателя и условий их реализации, выявления прототипа решаемой задачи. В зависимости от цели различают несколько видов патентного поиска. Он бывает тематический, именной, нумерационный и поиск патентов-аналогов.

Наиболее часто возникает необходимость в тематическом поиске. Его проводят для выявления изобретений, имеющих отношение к исследуемому вопросу или разрабатываемой теме. Необходимость в такой информации возникает, например, при разработке новой техники или технологии и их соответствии, отвечающей мировым стандартам. В настоящее время нельзя конструировать новые машины создавать современные технологии, строить сооружения, выпускать продукцию без учета новейших достижений науки и техники, ибо их моральный износ может произойти раньше, чем физический.

Именной (фирменный) поиск направлен на обнаружение охранных документов конкретного лица или фирмы.

Нумерационный поиск ведется с целью установления ряда обстоятельств, касающихся конкретного охранного документа, в том числе его тематической принадлежности, связи с другими документами, правового статуса и т.д.

Поиск патентов-аналогов проводится с целью выявления патентов, выданных в разных странах на одно и то же изобретение. Этот вид поиска необходим как для изобретателей, так и для экспертов. Изобретатели используют поиск патентов-аналогов для определения информации об изобретениях по исследуемому вопросу, а эксперты - для решения вопросов приоритета.

Патентный поиск во многих случаях ведут, пользуясь указателями, которыми располагают фонды. Однако ввиду наличия в фондах большого количества документов, для осуществления быстрого и глубокого поиска используются различные информационно-поисковые системы (ИПС). Они разделяются на документальные, фактографические и комбинированные.

В документальные системы вводятся сведения, отражающие содержание документов. В этом случае документ хранится в виде поискового образца, который может быть представлен, например, перечнем наиболее характерных слов (терминов, словосочетаний). Точность отражения содержания документа в поисковом образе, введенном в поисковую систему, определяется применением в системе информационно-поискового языка и критерия смыслового соответствия.

В фактографических системах поиска обычно хранятся сведения, извлеченные из документов в виде формализованных данных (элементы

библиографического описания, цифровые параметры, формулы изобретения и т.п.), позволяющих быстро вести поиск.

Комбинированные системы позволяют вести поиск как по формализованным элементам, так и с использованием методов анализа содержания документа.

В последние годы получили развитие поисковые системы, в которых поиск осуществляется автоматически с учетом заданных заранее критериев смыслового соответствия и называются они автоматизированными поисковыми системами, которые реализуются с помощью вычислительной техники.

- ***Задание***

Ознакомиться с Алфавитно-предметным указателем (АПУ) к Международной патентной классификации (МПК). Законспектировать обозначения основных классов. Научиться определять классы технической разработки и выявить класс на основании ключевых слов по заданию преподавателя.

Классификацию изобретений и патентный поиск проводить по АПУ и классификаторам, исходя из фондов Патентной библиотеки.

- ***Указания по выполнению работы***

По ключевым словам, характеризующим разработку (способ, устройство, вещество) выбрать раздел классификатора и выявить класс разработки.

По классификаторам разделов установить группу и подгруппу разработки. По уточненному классу и группе выявить аналог интересующей разработки.

- ***Содержание отчета***

В отчете указать цель занятия, включить описание общих сведений, отразить разделы изобретений и привести расшифровку всех элементов обозначения МПК выявленного аналога (в соответствии с примером, приведенном в разделе 1.2.1).

- ***Контрольные вопросы***

- Для чего введена классификация изобретений?
- Виды индексации в МПК.
- Виды патентного поиска.
- Пути развития поиска и классификации изобретений.

Библиографический список

а) основной

- Иофинов А.П. Основы научных исследований. Уфа: БГАУ, 2001. – 114с.

- Основы научных исследований: курс лекций и практикум [Текст] / Л. М. Кликич ; МСХ РФ, Башкирский ГАУ. - Уфа : БГАУ, 2007. - 84 с
- Ковриков И.Т. Основы научных исследований. Оренбург: Изд. Центр ОГАУ, 2001. – 206с.

б) дополнительный

1. Болдин А.П. Основы научных исследований и УНИРС М.: МАДИ (ГТУ), 2002. – 276с.
6. Сборник Государственные стандарты. Консервы. Методы микробиологического анализа,- М.: Изд-во стандартов, 2002.

в) программное обеспечение

4. Программы Excel, Statistica,
5. Программный комплекс Mathcad.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- 1- Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника»
<http://www.agrobase.ru>;
- web-сайты Минсельхоза и Россельхозакадемии.
2. Справочная информационная система «Росинформагротех».
3. Справочная информационная система ЦНСХБ <http://www.cnshb.ru>.
4. Справочная информационная система ФИПС <http://www/fips.ru>.

Тема 3 Планирование полнофакторного эксперимента. Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований, проведение регистрации данных с использованием информационно-измерительного комплекса.

Проведение экспериментов и регистрации данных.

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Целью работы является освоение методики проведения экспериментальных исследований.

Задачи работы:

3. ознакомиться с аппаратурой, а также с приемами регистрации и обработки экспериментальных данных,;
4. научиться выявлять закономерности в изменчивости статистических данных, формулировать выводы по выполненной работе.

Требования к организации рабочего места (оборудование, приборы, материалы).

Экспериментальные исследования выполняются на почвенном канале. Канал должен быть укомплектован телеметрическим оборудованием, набором тензодатчиков, информационно-измерительным комплексом МИС 400, набором рабочих органов, набором слесарных инструментов, измерительными инструментами. При обработке полученных результатов необходимо наличие компьютера как минимум один на двух студентов с программным обеспечением – электронной книгой Excel.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Машины и оборудование - это сложные динамические системы, работающие в условиях непрерывно и случайно изменяющихся внешних воздействий. Влияние указанных факторов проявляется в неравномерной

загрузке силовых, сказывается на устойчивости хода машин, качестве выполнения ими технологических операций, на показателях надежности и долговечности машин и их рабочих органов.

В этой связи при исследованиях технологических процессов и при проектировании новых машин недостаточно применения классических методов исследований, идеализирующих условия работы. Эти методы, как правило, оперируют алгебраическими уравнениями статики и дифференциальными уравнениями в динамике.

Наряду с этим необходимо использовать современные вероятностные модели, учитывающие многообразие и изменчивость реальных условий работы машин. При этом используются приемы статистического моделирования [4, 5] с обработкой результатов опытов на компьютерах.

Основная функция машин, выполняющих отдельные технологические операции, заключается в преобразования обрабатываемого материала рабочими органами из одного (исходного) состояния в другое - конечное.

Для плуга, например, эта функция реализуется, при его непрерывном перемещении. Состояние почвы изменяется за счет перемещения агрегата и в соответствии с пространственным положением рабочих органов. Совокупность таких изменений рассматривается как технологический процесс.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Упрощенной моделью технологического процесса любой машины может служить схема, изображенная на рисунке 1.

За входные воздействия $X_i(t)$ для экспериментального плуга, можно принять неровности поверхности поля, неравномерные твердость и влажность почвы и т.п.

Выходными $Y_j(t)$ характеристиками могут быть тяговое сопротивление, изменение глубины обработки, степень преобразования перерабатываемого материала – почвы и т.д.

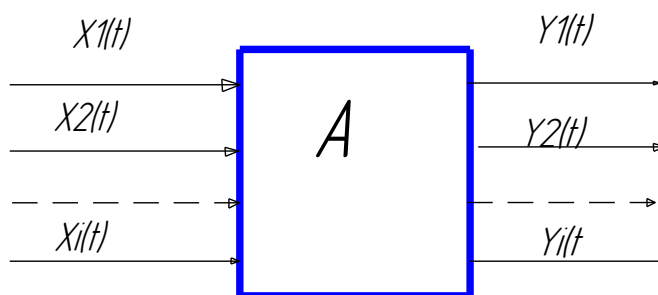


Рисунок 1 Упрощенная модель технологического процесса

В реальных условиях эксплуатации и входные $X_i(t)$, и выходные $Y_j(t)$ характеристики случайным образом изменяются во времени, а математическая модель машины представляется в виде некоторого оператора A , устанавливающего связь между функциями $X_i(t)$ и $Y_j(t)$, т.е.

$$Y_j(t) = A [X_i(t)] \quad (1)$$

Оператор A рассматривается как совокупность математических действий, преобразующих функцию $X(t)$ в функцию $Y(t)$. Из области классической математики можно привести, например, оператор дифференцирования, преобразующий одну функцию в другую. Имея в виду изменчивый (колебательный) характер входных и выходных процессов, оператор A принято называть динамической системой.

Математическое описание оператора A может быть получено из информации, характеризующей реальные условия работы машины.

Например, исследуя рабочий процесс плуга, требуется с помощью осциллографа или другого специального оборудования синхронно (одновременно) записать два процесса: изменения глубины хода плуга $X(t)$ и тягового сопротивления плуга $Y(t)$ как функции времени t (рисунок 2). На этом рисунке отрезок T обозначает все время опыта (записи), прибор автоматически регистрирует значения процессов через промежутки времени Δt .

Во время первичной обработки записанная информация преобразовывается в ряды чисел. При последующей обработке числовых рядов определяют характеристики оператора A .

В зависимости от задач исследования за входные и выходные воздействия могут быть приняты различные процессы.

Например, для плуга, если исследуется его способность копировать рельеф и сохранять заданную глубину обработки почвы, входным процессом системы можно считать изменение рельефа $X_1(t)=h(t)$, а выходным -

фактическую глубину хода $Y_1(t)=a(t)$.

При энергетической оценке за вход принимается глубина $X_1(t)=a(t)$ и ширина захвата $X_2(t)=a(t)$, за выход - тяговое сопротивление $Y_1(t)=P(t)$.

Если исследуется качество крошения почвы, то эту оценку можно выполнить с помощью специального устройства - «эталонного деформатора», измеряющего продольную твердость почвы. В этом случае за вход и выход принимаются тяговые сопротивления деформатора [5], соответственно до $X_{вх}(t)=P_{те}(t)$ и после $Y_{вых}(t)=P_{рых}(t)$ вспашки почвы.

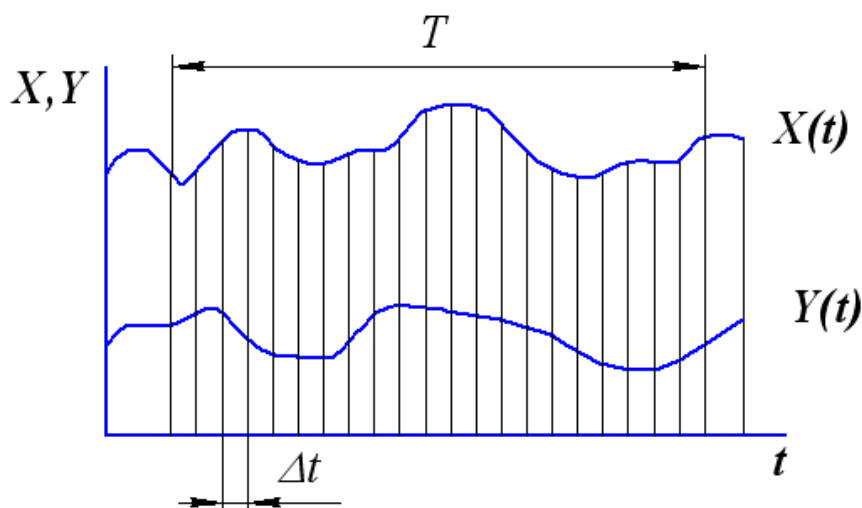


Рисунок 2 Пример синхронной записи двух процессов

В большинстве случаев исследуемые процессы зависят от многих факторов, учесть которые бывает невозможно, и являются *случайными* в вероятностном смысле. Такие процессы невозможно записать в виде формул. Простейшие моментные характеристики случайных процессов M_x , S_x и M_y , S_y вычисляются по формулам (1.7), (1.8).

Оценка математического ожидания вычисляется как среднее арифметическое всех произведенных замеров
а оценка среднеквадратического отклонения

$$S = \sqrt{\frac{\sum (M - a_i)^2}{n-1}} \quad (3)$$

Как уже отмечалось, эти характеристики дают оценку средней величины и разброса данных. Часто этих оценок бывает недостаточно.

Более полезными оказываются характеристики, учитывающие колебательные свойства входных и выходных процессов. Практически любой процесс можно представить как сумму большого количества гармонических колебаний - синусоид и косинусоид с разными амплитудами и частотами.

Существуют специальные математические средства для анализа колебаний. Прежде всего, это **автокорреляционная функция** или функция автокорреляции процесса и его **спектральная плотность**.

Понятие «корреляция» широко используется в исследовательской работе. Происходит оно от английского слова *correlation*, которое можно перевести как «взаимосвязь». Математическим выражением этого понятия является **коэффициент корреляции**, отражающий взаимосвязь между двумя или более числовыми рядами. В случае парной корреляции, то есть для двух рядов чисел коэффициент вычисляется по выражению

$$r_{yx} = \frac{\sum_{i=1}^N (M_x \circ x_i)(M_y \circ y_i)}{NS_x S_y} \quad (4)$$

где M_x и M_y – средние значения числовых рядов X и Y ;
 x_i и y_i – текущие (i -тые) значения рядов;

S_x и S_y – среднеквадратические отклонения;

N - количество чисел в ряду (оба ряда должны быть одинаковой длины).

Корреляция может быть как положительной, так и отрицательной.

Можно, например, изучать корреляцию между засоренностью поля и урожайностью, между урожайностью и содержанием белков в зерне и т.д.

Функция автокорреляции состоит из целого ряда коэффициентов корреляции, но отражает взаимную связь между разными элементами одного и того же числового ряда

$$\rho_k = \frac{\sum_{i=1}^{N-k} (M_x - x_i)(M_x - x_{i+k})}{D_x (N - k)}, \quad k=0...L \quad (5)$$

где $D_x = S_x^2$ означает дисперсию числового ряда;

L – количество коэффициентов корреляции;

k – порядковый номер коэффициента корреляции.

Для выбора величины L существуют определенные правила, для простоты будем считать, что величина L должна быть не более $0,25N$.

Взаимосвязь между двумя числовыми рядами X и Y можно выразить с помощью функции взаимной корреляции

$$\rho_k(xy) = \frac{\sum_{i=1}^{N-k} (M_x \cdot x_i)(M_y \cdot x_{i+k})}{D_x (N - k)}, \quad k=0...L \quad (6)$$

$$S_x S_y (N - k)$$

Для оценки процессов, связанных с затратами энергии чаще используют автоковариационную функцию. Функция ковариации отличается от корреляционной функции (4) только тем, что она не нормируется по дисперсии (т.е. не делится на величину дисперсии). Каждый коэффициент функции автоковариации определяется как

$$R_k = \frac{\sum_{i=1}^{N-k} (M_x - x_i)(M_x - x_{i+k})}{(N - k)} . \quad (7)$$

Первый элемент (коэффициент) функции автокорреляции всегда равен единице, первый элемент функции автоковариации равен дисперсии процесса. Остальные коэффициенты могут принимать как положительные, так и отрицательные значения

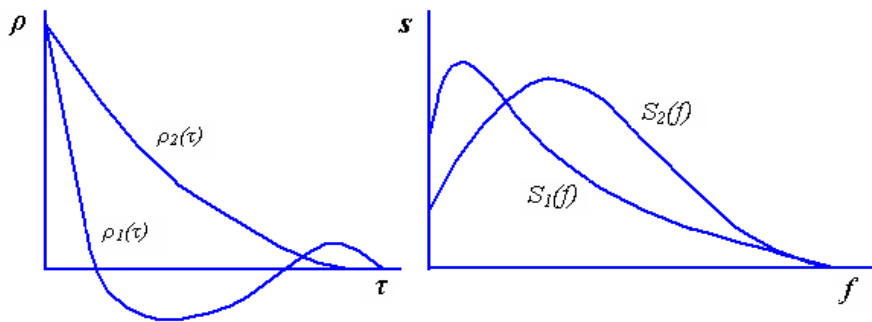


Рисунок 3 Примерный вид графиков функций $\rho(\tau)$ и $S(f)$ для разных процессов.

Ненормированная спектральная плотность получается из функции автоковариации с помощью косинус-преобразования Фурье

$$S(f) = 2 \left[R_0 \text{ VI } \sum_{i=1}^{L-1} R_i \cos 2\pi f i \Delta \right], \quad (0 \leq f \leq \frac{1}{2\Delta}). \quad (8)$$

где R_i – коэффициенты функции автоковариации;

L – количество этих коэффициентов;

Δ – интервал квантования, т.е. отрезок времени между соседними записями процесса (см. рисунок 2).

Величину $f=1/2\Delta$ называют частотой Найквиста, это максимальная частота, для которой можно вычислить спектр, если необходимо проанализировать более высокие частоты колебаний, то нужно уменьшить Δ , т.е. с большей частотой записывать изучаемые процессы.

Вместо линейной частоты f [Гц] в качестве аргумента можно использовать круговую частоту $\omega=2\pi f$ [1/с].

Ненормированная спектральная плотность отражает распределение дисперсии по частотам, Применительно к энергетическим процессам, таким, например, как тяговое сопротивление плуга, спектральную плотность можно интерпретировать как распределение мощности по частотам. Часто эту функцию называют «спектром мощности».

Для получения нормированной спектральной плотности в выражение (8) нужно вместо коэффициентов автоковариации подставить коэффициенты автокорреляции. Обе функции – и ковариации и спектра характеризуют колебательные свойства процесса. Главное различие между ними в том, что автоковариация отображает структуру **периодов** колебаний, из которых складывается процесс, а спектральная плотность – структуру **частот**.

Примерный вид графиков функций показан на рисунке 3. Чем беспорядочнее процесс, тем круче приближается к нулю кривая автокорреляционной функции. Петля под осью абсцисс у одной из кривых свидетельствует о наличии выраженных колебаний с некоторым постоянным периодом, корреляция в этом месте кривой отрицательная (кривая проходит ниже нуля) это означает, что отрезки времени повышенной нагрузки чередуются с отрезками времени слабой нагрузки. Такой график характерен для вспашки сухой глинистой почвы, когда она скалывается глыбами.

На графике спектральной плотности преобладающая частота колебаний выделяется повышением ординат кривой. Спектр колебательного процесса наглядно характеризует его частотный состав.

Таблица 1 Аналитический вид характеристик некоторых случайных процессов

Автокорреляционная функция $\rho(\tau)$	Спектральная плотность $S(\omega)$
$e^{-\alpha\tau}$	$S(\omega) = \frac{2\alpha}{\pi} \frac{1}{\alpha^2 + \omega^2}$
$e^{-\alpha\tau} \cos \beta\tau$	$S(\omega) = \frac{2\alpha}{\pi} \frac{\omega^2 + \alpha^2 + \beta^2}{(\omega^2 + \alpha^2 - \beta^2)^2 + 4\alpha^2\omega^2}$

Одноименные характеристики входного M_x и M_y , σ_x и σ_y , $\rho_x(\tau)$ и

выходного процессов $\rho_y(\tau)$, $S_x(\tau)$ и $S_y(\tau)$, как правило, существенно различаются. Выходной процесс $Y(t)$ принято считать результатом воздействия оператора A (т.е. машины) на входной процесс $X(t)$. Сравнивая характеристики входного и выходного процессов одной и той же машины, можно по их различиям судить о степени качественных изменений, происходящих при ее работе.

Машина (рассматриваемая как оператор A) подобно фильтру пропускает через себя колебания одних частот входных сигналов, не реагируя на них, и подавляет (срезает) другие.

В некоторых случаях для описания спектров и корреляций удастся подобрать аналитические функции, два примера приведены в таблице 1.

Подбор аналитических выражений к экспериментально найденным графикам называется аппроксимацией графиков. Задача аппроксимации заключается в данном случае в выборе подходящих значений коэффициентов α и β , т.е. таких значений, при которых аппроксимирующая функция имеет наилучшее приближение к экспериментальным данным. Для этой цели могут быть использованы различные методы [4, 5]. Самый распространенный из них - метод наименьших квадратов.

Эту же работу можно выполнить вручную, методом «проб и ошибок».

В лабораторной работе машины и орудия рассматриваются как динамические системы, способные реагировать на изменение внешних воздействий. Во время работы на рабочие органы машин действуют реакции почвы, а на раму передаются реакции опор. В связи со значительной неоднородностью физико-механических свойств почвы, а также вследствие неровностей профиля ее поверхности внешние силы непрерывно изменяются. Под их воздействием машина совершает пространственные колебания, и ее тяговое сопротивление носит колебательный характер. При этом случайные неровности дна борозды, образованные рабочими органами, не совпадают с неровностями поверхности почвы. Характер и величина колебаний зависят от типа машины, вида ее рабочих органов, способа присоединения машины к трактору, взаимного расположения прицепа и колес, от характера изменений нагрузки.

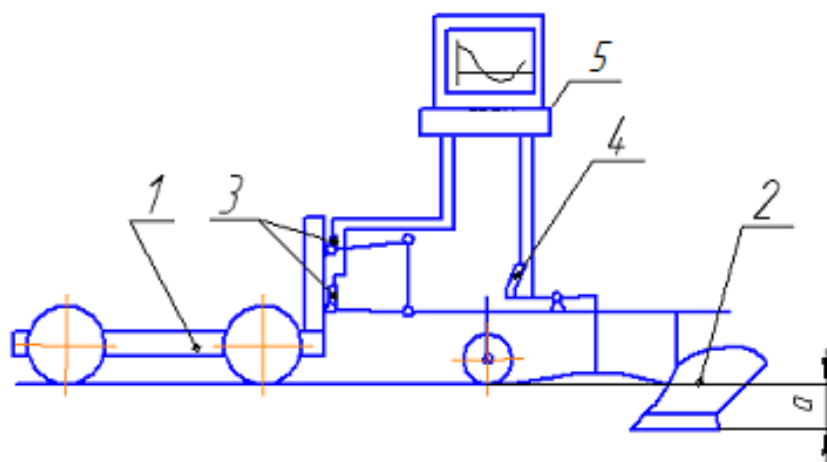


Рисунок 4 Принципиальная схема лабораторной установки

1 - тяговое средство (тележка почвенного канала); 2 - комплект рабочих органов; 3 - набор датчиков тягового сопротивления; 4 - датчик глубины хода;

5 – информационно-измерительный комплекс МИС-400.

Непрерывные сигналы от датчиков преобразуются информационно-измерительным комплексом МИС-400 в ряды чисел, т.е. предварительная обработка данных производится автоматически, и записываются на жесткий диск. Дальнейшая обработка производится в компьютерном классе с использованием разработанных на кафедре программ.

3 ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

- Подготовить почву на почвенном канале, для чего уплотнить ее по возможности неравномерно, так же неравномерно местами увлажнить. Отметить учетный участок движения установки.

- Закрепить на навесной системе тележки почвенного канала экспериментальный рабочий орган, проверить глубину его установки (10-16см), подготовить к работе информационно-измерительный комплекс и датчики, записать нулевые (без нагрузки) показания датчиков, произвести тарировку датчиков. В дальнейшем нули и масштабы записывать и до, и после каждого прохода.

6. Произвести первый проход рабочего органа с записью тягового сопротивления $P_{ex}(t)$ на учетном участке движения.

7. Выполнить несколько параллельных проходов рабочего органа с одновременной записью изменений рельефа $h(t)$, глубины хода $a(t)$ и тягового сопротивления $P(t)$ на учетном участке движения.

8. Произвести второй проход рабочего органа с записью тягового сопротивления $P_{рых}(t)$ на учетном участке движения.

9. Для каждого из записанных случайных процессов найти совокупность статистических характеристик – среднее значение, среднеквадратическое отклонение, автокорреляционную функцию и спектральную плотность.

10. Сравнить попарно найденные статистические характеристики входов и выходов объекта (плуга) как динамической системы и по их внешнему виду сделать предварительные выводы об устойчивости хода, стабильности энергозатрат и качестве обработки почвы.

11. Для одной из пар $h(t)$ и $P(t)$ вычислить взаимную корреляционную функцию.

12. Произвести аппроксимацию одной из автокорреляционных функций, выбрав подходящее выражение из таблицы 1. Если все значения полученных коэффициентов автокорреляционной функции положительны и не содержат нулей, то аппроксимацию можно сделать с помощью пакета MS Excel. Для этого необходимо построить в Excel график функции и вставить линию тренда, тип линии нужно задать «экспоненциальная», дополнительные настройки имеются на вкладке «параметры». На диаграмме обозначатся значения параметров α и β .

Методику аппроксимации вручную путем последовательных приближений изучить самостоятельно.

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

8. Какие функциональные возможности имеет информационно-измерительный комплекс МПС-400?
5. В чем заключается функция тензометрического датчика, что это за устройство?
6. В чем сущность упрощенной модели технологического процесса?
7. Какими простейшими показателями можно охарактеризовать технологические процессы?
8. Какую информацию об исследуемом процессе содержат автокорреляционная и автоковариационная функции?
9. Как выявить взаимосвязь между двумя или более числовыми рядами?
10. Что дает аппроксимация графиков?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства [Текст] : рек. УМО по образованию / И. Б. Рыжков. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2012. - 222 с.
2. Иофинов, А. П. Основы научных исследований [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов по агроинж. спец. / А. П. Иофинов. - Уфа : БГАУ, 2001.
3. Ковриков И. Т. Основы научных исследований [Текст]: учебник. - 2-е изд. - Оренбург, 2001.
4. справочная информационная система ФИПС fips.ru

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

«ПОЛНЫЙ ФАКТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ»

Цель работы.

- исследовать работу пневмосортировального стола ПСС-1 с применением полного факторного эксперимента.
- приобрести навыки построения планов типа 2^n ;
- приобрести навыки обработки результатов полного факторного эксперимента (ПФЭ).

Задачи:

1. Ознакомиться с исследуемым объектом и собрать априорную информацию о нем.
2. Произвести полный факторный эксперимент на зерноочистительной машине ПСС-1.
2. Провести планирование полного факторного эксперимента типа 2^3 .
3. Измерить значения отклика, изменяя факторы согласно плану эксперимента.
4. Обработать результаты эксперимента.
5. Провести анализ результатов и принять решение.
6. Сделать выводы.
7. Оформить отчет.

Общие сведения.

Пневматический сортировальный стол ПСС – 1

Назначение, устройство, технологический процесс

Машина предназначена для очистки семян зерновых, зернобобовых, овощных, масличных, пряно-ароматических культур и семян трав от трудноотделимых примесей, отличающихся от основной культуры по удельному весу, форме и свойствам поверхности.

Исходный материал должен быть предварительно очищен на воздушно-решетных, триерных машинах и иметь кондиционную влажность.

Машина комплектуется пультом управления с установленным в нем трехфазным частотным преобразователем Е1-8001 для изменения частоты колебаний деки.

Машина рекомендуется для применения в селекционно-семеноводческих целях и подготовки малых партий семян.

Станина 1 является остовом для установки всех узлов машины, с колесами для перемещения и домкратами 10 для фиксации на месте использования. Внутреннее пространство станины образует воздушную камеру. Для обслуживания механизмов, расположенных внутри станины предусмотрены герметично закрывающиеся окна. Под станиной имеется выдвижная ёмкость 11 для хранения съёмных дек.

Таблица 1 Технические характеристики ПСС - 1

Наименование	Единица измерения	Значение
1	2	3
Марка	ПСС - 1	
Тип	передвижной	
Максимальная производительность за 1 час основного времени при очистке семян пшеницы объёмной массой в 760 кг/м ³ при влажности до 16%, доведённой до норм I класса по содержанию примесей, выделяемых решётными и триерными рабочими органами, засорёнными члениками редьки дикой – 80...100 шт. на 1 кг или семенами солянки русской (курай) – 40...50 шт. на 1 кг.	т	1,0
Масса машины не более	кг	620
Габаритные размеры в рабочем положении, не более:		
длина	мм	1750
ширина		1425
высота		1975
Установленная мощность		
в т.ч.: привод деки – двигатель 4А80А6У3, n=1000 об/мин	кВт	1,1
встроенный вентилятор – двигатель 4А100S4У3, n=1500 об/мин	кВт	3,0
Характеристики рабочего органа		
Угол поперечного наклона деки	град.	0...8
Угол продольного наклона деки	град.	0...9
Рабочая частота колебания деки	кол/мин	300...500
Амплитуда колебаний деки (регулируемая)	мм	0...10
Ресурс в сезон, не менее	ч	500
Срок службы, не менее	лет	9

Дека 2 - основной рабочий орган машины. Состоит из рамки с воздухоразделительной решеткой и установленной сверху металлической сетки или ткани. Дека устанавливается в виброрама и прижимается обечайкой 13.

Виброрама 3 - плоская рамная конструкция, установленная с помощью подвесок 8 на раму привода, и предназначена для крепления деки и сообщения ей колебательного движения. Между декой, виброрамой и станиной установлены воздухонепроницаемые рукава-уплотнители 12.

Привод 4 - эксцентриковый механизм, приводящий виброрама и деку в колебательное движение. Состоит из: эксцентрикового вала 1, установленного в подшипниках 10 на раме привода, шатуна виброрамы 6, шатунов 8 противовеса 9, соединенного с рамой привода подвесками.

Вращение от двигателя вала 1 передается через шкив 11 клиноременной передачей. Конструкция механизма предусматривает возможность изменения эксцентриситета вала.

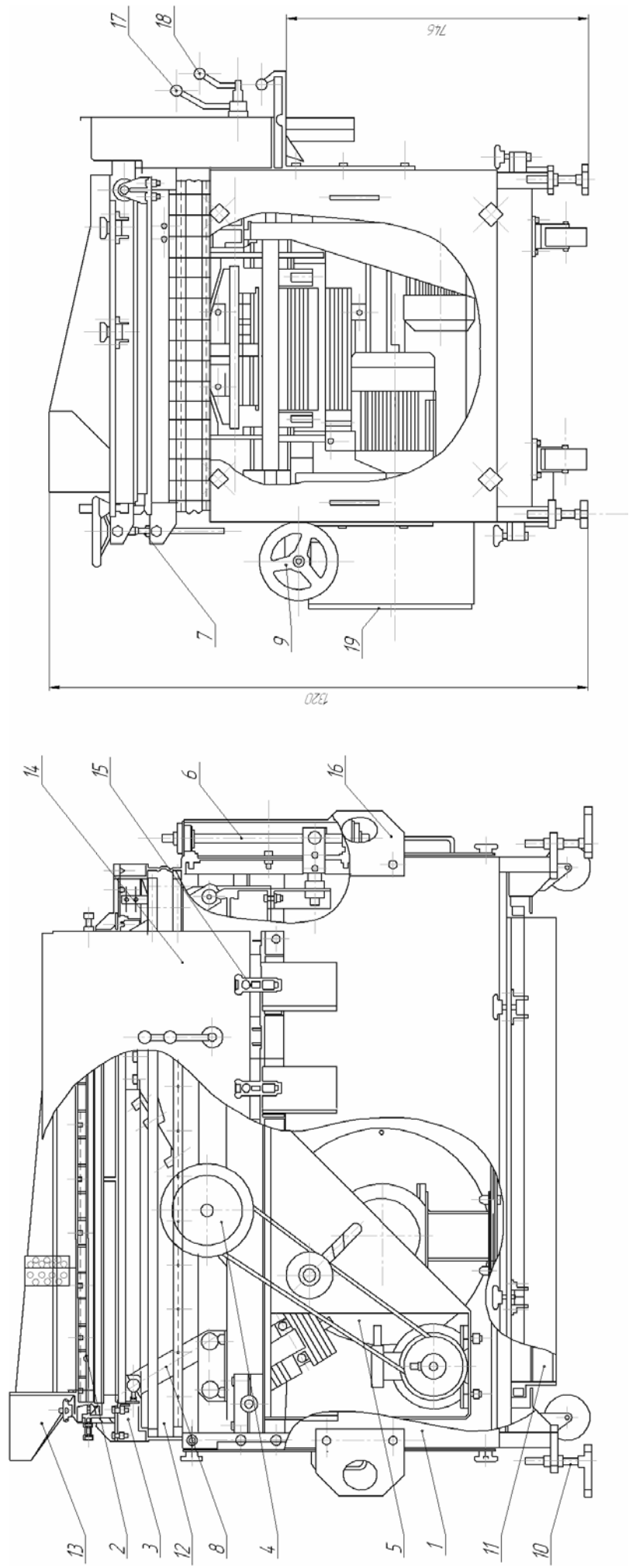
Вентилятор 5 - встроенный, центробежный, для создания давления воздуха в воздушной камере под декой.

Продольный и поперечный углы наклона деки регулируются винтовыми механизмами 6 и 7 соответственно. Количество воздуха изменяется жалюзийным регулятором воздуха 9. Частота колебаний деки регулируется изменением числа оборотов двигателя привода при помощи частотного преобразователя, установленного в пульте управления. Подача материала регулируется двумя способами в зависимости от комплектации: при использовании загрузочного бункера шибберной заслонкой, при использовании вибропитателя - изменением частоты колебаний виброротка и заслонкой при использовании вибропитателя - изменением частоты колебаний виброротка и заслонкой.

Технологический процесс работы ПСС – 1 протекает следующим образом.

Через загрузочный бункер или вибропитатель сортируемый материал подается на поверхность деки, совершающую колебательные движения под углом к горизонтальной плоскости.

Обрабатываемый материал, при одновременном воздействии на него колебаний поверхности деки и продувании воздухом приходит в псевдооживленное состояние, приобретает свойства «жидкости» и расслаивается - частицы с большим удельным весом (условно тяжелые) опускаются на поверхность деки, а частицы с меньшим удельным весом (легкие) - «всплывают».



1-станина; 2-дека; 3-виброрама; 4-привод; 5-вентилятор; 6-механизм регулировки продольного угла; 8-подвеска; 9-регулятор воздуха; 10-домкрат; 11-ёмкость; 12-рукав уплотнение; 13-обечайка; 14 - приёмник; 15-мешкодержатель; 16-кронштейн начальный; 17-рычаг фиксирующий; 18-рычаг клапана; 19-фильтр

Рисунок 1 Общий вид ПСС – 1

Нижний слой материала, имея сцепление с поверхностью деки, движется в направлении колебаний (фракция V, тяжелые примеси). Верхний слой материала, имея незначительную связь с ниже лежащими слоями, стекает в сторону опущенного края деки (фракция I, легкие примеси).

Чем ближе расположен слой материала к ситовой поверхности деки, тем больше связь этого слоя с ниже лежащими слоями, тем больше траектория частиц его приближается к направлению движения нижнего слоя. В результате на разгрузочной кромке деки можно получить несколько фракций (I - V), плотность частиц которых увеличивается от первой к последней.

При очистке семян выделяются следующие фракции (рисунок 2)

I-лёгкие примеси;

II-промежуточная фракция;

III,IV - очищенный материал;

V - тяжелые примеси.

Обработанный материал с деки поступает в приемник 17 (рисунок1), где каждая фракция при помощи клапанов направляется в мягкую тару, закреплённую на мешкодержателях 18.

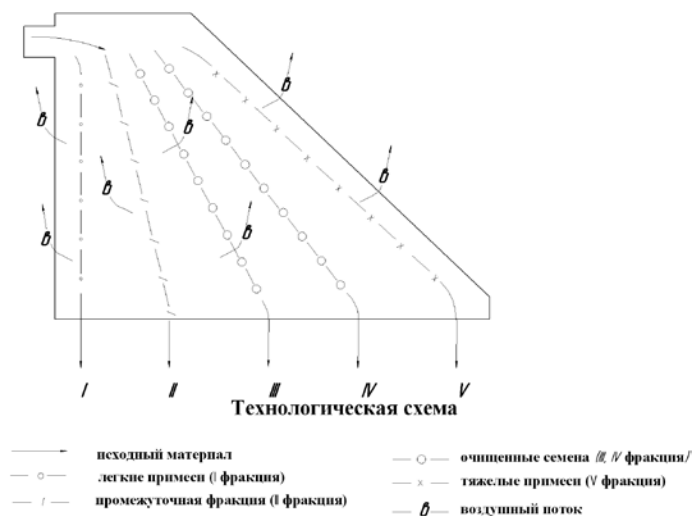


Рисунок 2 - Технологическая схема ПСС-1

Полный факторный эксперимент

В полном факторном эксперименте (ПФЭ) исследуется один параметр и реализуются все возможные сочетания уровней факторов. Для каждого фактора выбираются два уровня – верхний и нижний, на которых фактор варьируется. Половина разности между верхним и нижним уровнями называется интервалом варьирования. Интервал варьирования должен быть больше погрешности измерения уровня фактора (ограничение снизу), а верхний и нижний уровни фактора не должны выходить за область его определения (ограничение сверху).

На практике интервал варьирования составляет обычно 3–10% от области определения. При двух уровнях для каждого из n факторов общее число опытов составляет 2^n . ПФЭ – это эксперимент типа 2^n .

Составление матрицы планирования ПФЭ

План ПФЭ изображают в виде таблицы, столбцы которой отражают уровни факторов, а строки – номера опытов. Эти таблицы называют матрицами планирования (МП) эксперимента. Поскольку значения уровней факторов по модулю всегда равны единице, то обычно в МП записывают только знак уровня (т. е. «+» вместо «1» и «-» вместо «-1»).

Так, для построения матрицы 2^3 сочетаем базовую матрицу с нижним и верхним уровнями x_3 (табл. 2). Легко заметить, что в первом столбце знаки меняются поочередно, во втором через 2, в третьем через 4 и так далее. То есть 20, 21, 22, 23, ...

Таблица 2 – Матрица планирования ПФЭ 2^2

№	X_1	X_2	Y
1	-	-	Y_1
2	+	-	Y_2
3	-	+	Y_3
4	+	+	Y_4

В таблице 2 представлена матрица планирования типа ПФЭ 2^2 .

Таблица 3 – Условия проведения ПФЭ

Характеристика плана	$X_1=\alpha$ (продольный угол)	$X_2=\beta$ (поперечный угол)	$X_3=\omega$
Нулевой уровень	5,5	5	400
Интервал варьирования	3,5	3	100
Верхний уровень	9	8	500
Нижний уровень	2	2	300

Таблица 4 – Матрица планирования ПФЭ 2^3

№	X_1	X_2	X_3	Y
1	-	-	-	Y_1

2	+	-	-	Y ₂
3	-	+	-	Y ₃
4	+	+	-	Y ₄
5	-	-	+	Y ₅
6	+	-	+	Y ₆
7	-	+	+	Y ₇
8	+	+	+	Y ₈

Таблица 5 – Матрица планирования ПФЭ 2³

№	X ₁	X ₂	X ₃	Y
1	2	2	300	713,5
2	9	2	300	711,5
3	2	8	300	725,4
4	9	8	300	729,5
5	2	2	500	755,4
6	9	2	500	742,7
7	2	8	500	730
8	9	8	500	716

$$b_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ji} y_i$$

Использование пакета STATISTICA планировании эксперимента и обработки результатов

Выполним промышленный эксперимент в программе STATISTICA 6. Для этого в программе имеется модуль "Планирование эксперимента".

Выполним запуск программы:

Пуск>Все программы> STATISTICA 6> STATISTICA.

Для создания нового документа выполнить последовательность команд: **File > New**. Появится окно **Create New Document** (Создать новый документ), в

котором необходимо задать число строк и столбцов будущей матрицы планирования эксперимента. Матрица будет иметь четыре столбца (три фактора и один отклик) и 8 (значения факторов и откликов) (Рисунок 3).

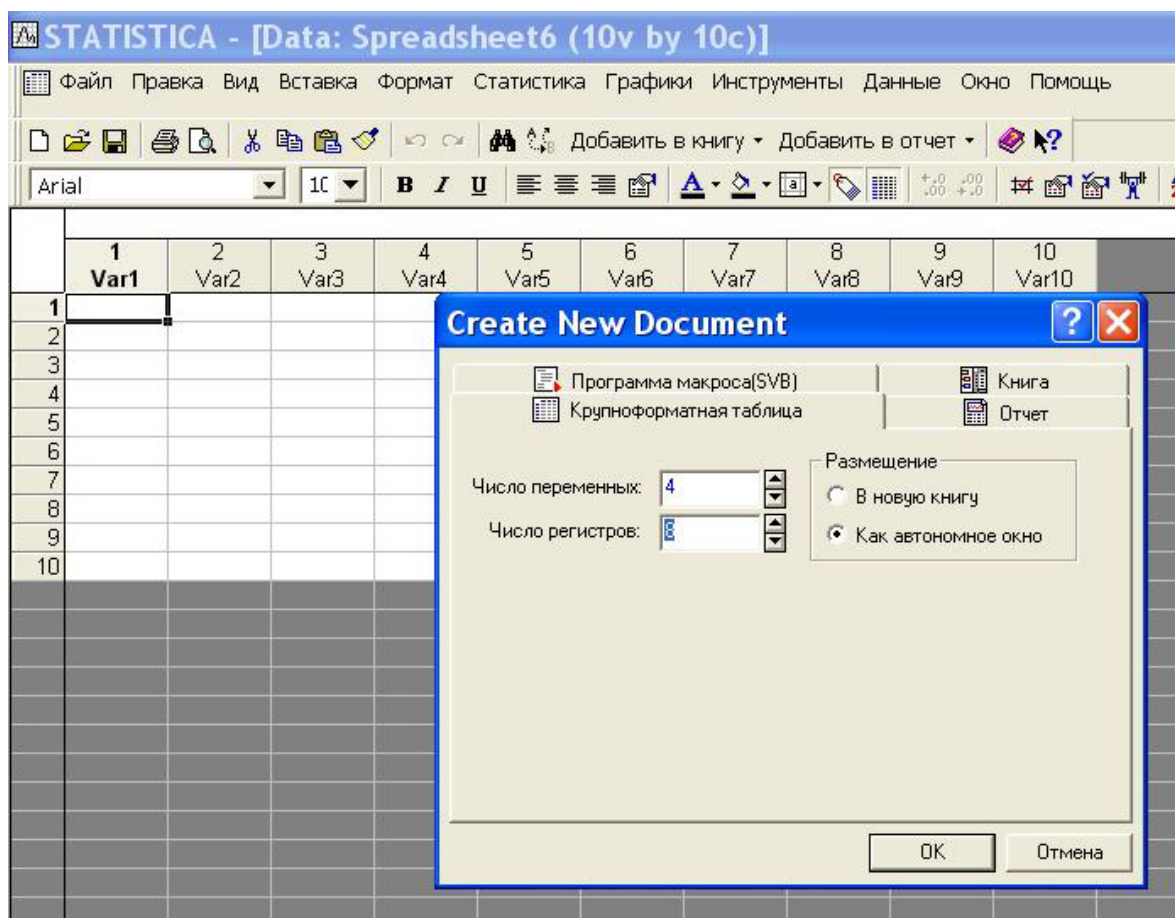
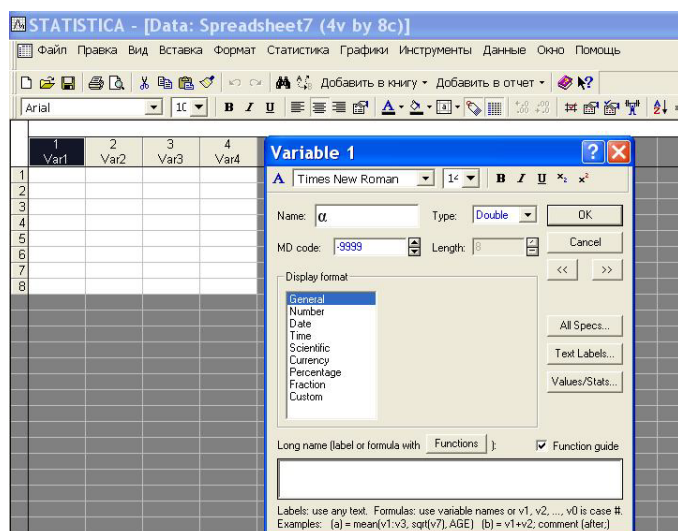


Рисунок 3 – Окно Create New Document

Стандартные обозначения столбцов *Var1*, *Var2*, *Var3*, *Var4* переименуем в α , β , ω , γ соответственно. Для этого навести курсор мыши на поле с надписью "Var1", левой кнопкой мыши сделать двойной щелчок. В появившемся окне **Variable 1**, в поле **Name** заменить имя *Var1* на α , нажать **Ok** (рисунок 4). Выполнить аналогичную последовательность для β , ω , γ .



The screenshot shows the STATISTICA software window titled 'STATISTICA - [Data: Spreadsh...]' with the menu bar and toolbar. The spreadsheet grid now has columns labeled '1 α ', '2 β ', '3 ω ', and '4 γ '. The data is as follows:

	1 α	2 β	3 ω	4 γ
1	2	2	300	713
2	9	2	300	745
3	2	8	300	760
4	9	8	300	758
5	2	2	500	712
6	9	2	500	701
7	2	8	500	780
8	9	8	500	792

Рисунок 4 – Окно Variable 1

Заполнить матрицу планирования эксперимента (ввести значения факторов и откликов согласно результатам эксперимента).

В главном меню программы выбрать **Statistics > Industrial Statistics & Six Sigma** (Промышленная статистика и Шесть Сигма) > **Experimental Design (DOE)** (Планирование экспериментов 11 (ПЭ)). В появившемся окне **Design & Analysis of Experiments:** (Планирование и анализ экспериментов) выбрать закладку **Quick** (Быстрый) > **2^к*(K-p) standard designs (Box, Hunter, & Hunter)** (стандартные планы)>**Ok** (рисунок 5).

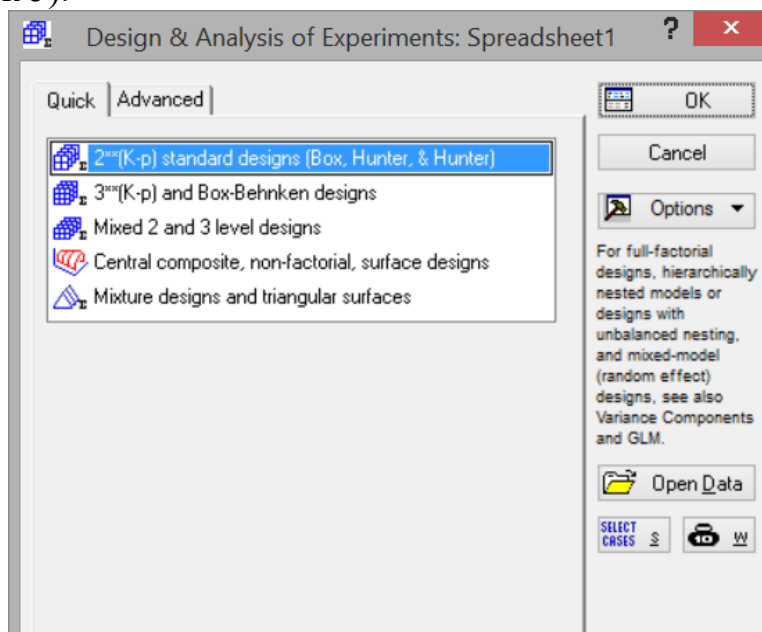


Рисунок 5 – Окно Design & Analysis of Experiments

В появившемся окне **Design & Analysis of Experiments with Two-Level Factors** (Планирование и анализ экспериментов с двумя уровнями факторов) выбрать закладку **Analyse design** (обработка результатов), для выбора переменных нажать кнопку **Variables** (переменные) (рисунок 6). Появится окно **Select dependent and independent variables, and (optional) blocking variable** (выбор зависимых и независимых переменных, и (дополнительно) групповых переменных) (рисунок 1.6), в котором необходимо выбрать зависимые (отклик) и независимые (факторы) переменные. Для этого в поле **Dependent** (отклик) ввести цифру соответствующую отклику y , в данном случае это цифра 4. В поле **Indep. (factors)** ввести 1-3, т.е. выбрать три фактора α , β , ω (выбрать переменные можно с помощью указателя компьютерной мыши). Нажать **Ok**.

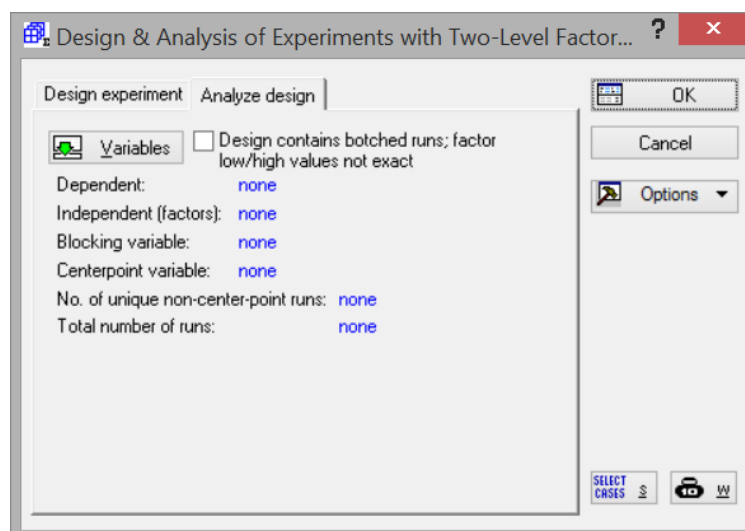


Рисунок 6 – Окно Design & Analysis of Experiments with Two-Level Factors

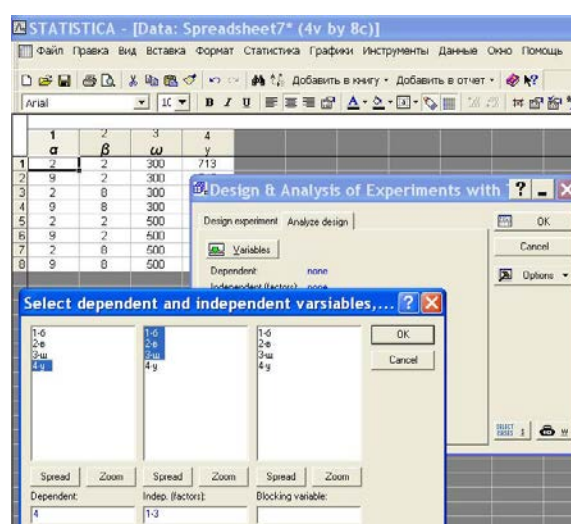


Рисунок 7 – Окно Select dependent and independent variables, and (optional) blocking variable

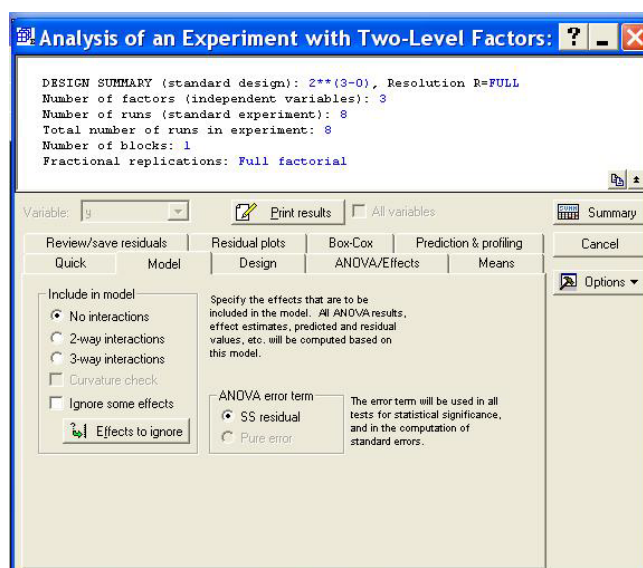


Рисунок 8 – Окно Analysis of an Experiment with Two-Level Factors: закладка Model

В появившемся окне **Analysis of an Experiment with Two-Level Factors** (анализ эксперимента с двумя уровнями факторов) выбрать закладку **Model** (Модель) (рисунок 8). Далее выбрать **Include in model** (включить в модель) > **No interactions** (без взаимодействия). Таким образом, в модели не будут учитываться двойные и тройные взаимодействия.

Так как план эксперимента повторен (реплицирован), то необходимо оценить изменчивость ошибок эксперимента. Для этого в разделе **ANOVA error term** (предел ошибки дисперсионного анализа) необходимо выбрать **Pure error** (Чистая ошибка).

Далее перейдем к закладке **ANOVA/Effects** (Дисперсионный анализ/Эффекты) (рисунок 9).

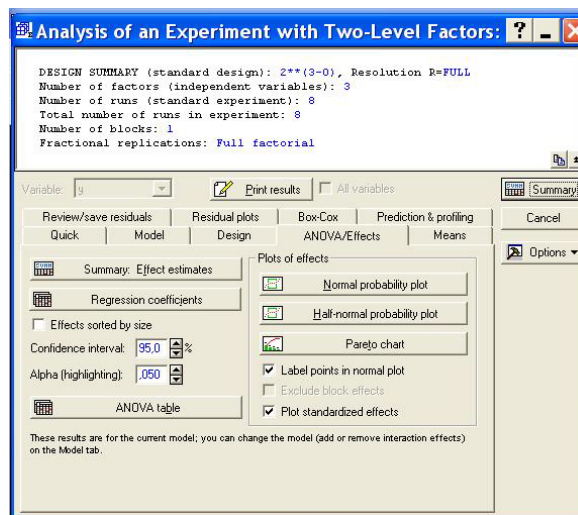


Рисунок 9 – Окно Analysis of an Experiment with Two-Level Factors: закладка ANOVA/Effects

В поле **Confidence interval** установить число 95,0, в поле **Alpha (highlighting)** ввести 0,050 (**Confidence interval** – доверительный интервал, **Alpha (highlighting)** – заданный уровень значимости). Нажать кнопку **Summary: Effect estimates** (Итог: оценки эффектов). Появится таблица **Effect Estimates** (Оценки эффектов) (рисунок 10).

STATISTICA - [111* - Effect Estimates; Var.:y; R-sqr=,77764; Adj.:,61087 (Spreadsheet7)]

File Правка Вид Вставка Формат Статистика Графики Инструменты Данные Workbook Окно Помощь

Добавить в книгу Добавить в отчет

111*

Experimental Design

Design of 2^(k-p)

Design: 2^(3-0)

Experimental Design

Analysis of 2^(k-p)

Effect Estimat

Effect Estimat

Effect Estimat

Effect Estimat

Effect Estimates; Var.:y; R-sqr=,77764; Adj.:,61087 (Spreadsheet7)

2^(3-0) design; MS Residual=437,875

DV: y

Factor	Effect	Std.Err.	t(4)	p	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt
Mean/Interc.	745,1250	7,39827	100,7161	0,000000	724,5841	765,6659	745,1250	7,398268	724,5841	765,6659
(1) α	7,7500	14,79654	0,5238	0,628117	-33,3318	48,8318	3,8750	7,398268	-16,6659	24,4159
(2) β	54,7500	14,79654	3,7002	0,020832	13,6682	95,8318	27,3750	7,398268	6,8341	47,9159
(3) ω	2,2500	14,79654	0,1521	0,886499	-38,8318	43,3318	1,1250	7,398268	-19,4159	21,6659

Рисунок 10 – Оценки коэффициентов регрессии, базирующиеся на кодированных исходных значениях факторов

Поясним содержание рисунка 10:

Mean/Interc. – оценка свободного члена уравнения регрессии; (1) α , (2) β , (3) ω – оценки коэффициентов уравнения регрессии отражающих влияние факторов α , β , ω на отклик. Из столбца Coeff. можно узнать числовые значения этих оценок.

Для проверки гипотез $H_0: b_0=0$ и $H_0: b_1=0, b_2=0, b_3=0$ (H_0 – условное обозначение гипотез, их суть – предположение о равенстве нулю коэффициентов уравнения регрессии и свободного члена) используют расчетный уровень значимости (p для Mean/Interc., (1) α , (2) β , (3) ω для параметров b_0, b_1, b_2, b_3).

Если $p < \alpha$, то гипотеза H_0 отклоняется; если $p > \alpha$, то гипотеза H_0 принимается, где α – заданный уровень значимости.

Из рисунка 1.8 видно, что расчетный уровень значимости p для свободного члена Mean/Interc. и факторов (2) β не превышает $\alpha=0,05$, следовательно полученные коэффициенты уравнения регрессии значимы, гипотеза $H_0: b_0=0$ и $H_0: b_1=0, b_2=0$ отклоняется.

Уравнение регрессии для кодированных значений уровней факторов имеет вид:

$$Y = 745,12 + 3,875X_1 + 27,375X_2 + 1,125X_3$$

Для проверки адекватности полученной модели выполнить следующую последовательность команд: **Analysis of an Experiment with Two-Level Factors: 11v3f220>ANOVA/Effects>ANOVA table** (таблица дисперсионного анализа). Появится таблица с результатами (рисунок 11).

Для прогнозирования поведения отклика перейдем в раздел prediction profiling/прогнозирование результата (рисунок 1.9).

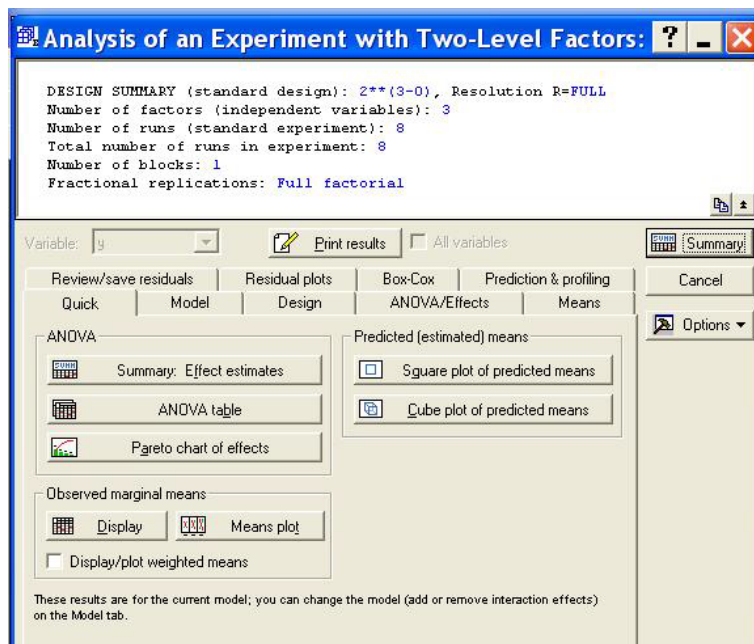


Рисунок 11 - Prediction profiling/прогнозирование результата

При проведении исследований и в результате изучения априорной информации о технологическом процессе иногда имеет предпочтение получение тех или иных выходных параметров. На рисунке 12 показано среднее значение отклика по данному примеру – 746,5 гр/л. Приведем нижнее и верхнее значение равными: 740 и 760 гр/л соответственно. Этот диапазон будет желаемым.

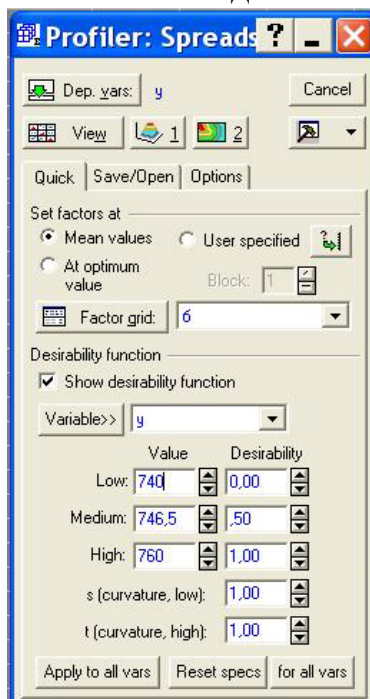


Рисунок 12 – Окно Prediction profiling/прогнозирование результата

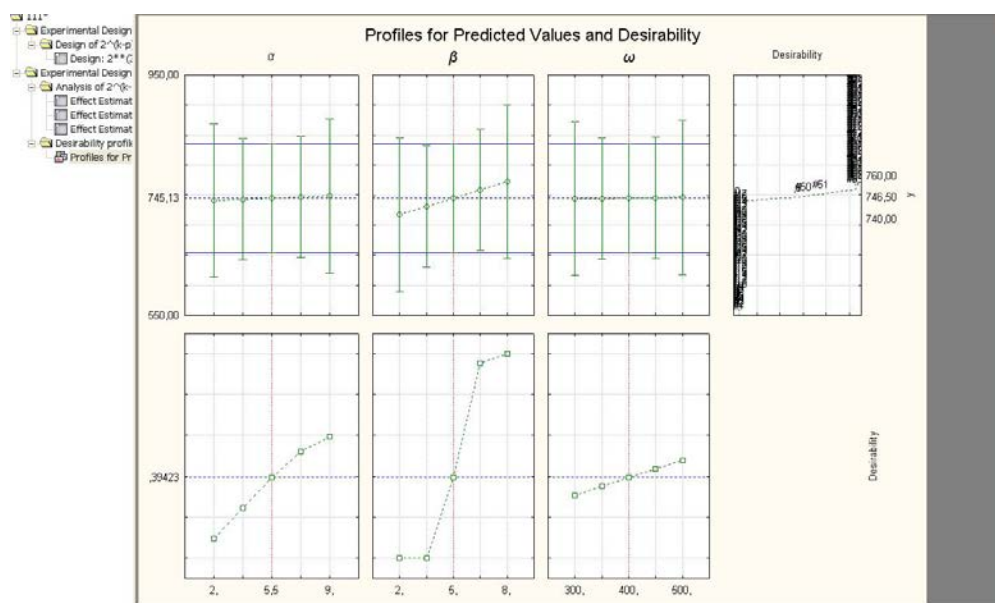


Рисунок 13 – Окно Profiles for Values Desirability/профили желательности ценностей

Как видно из графиков, средняя профиль желательности равен 0,39.

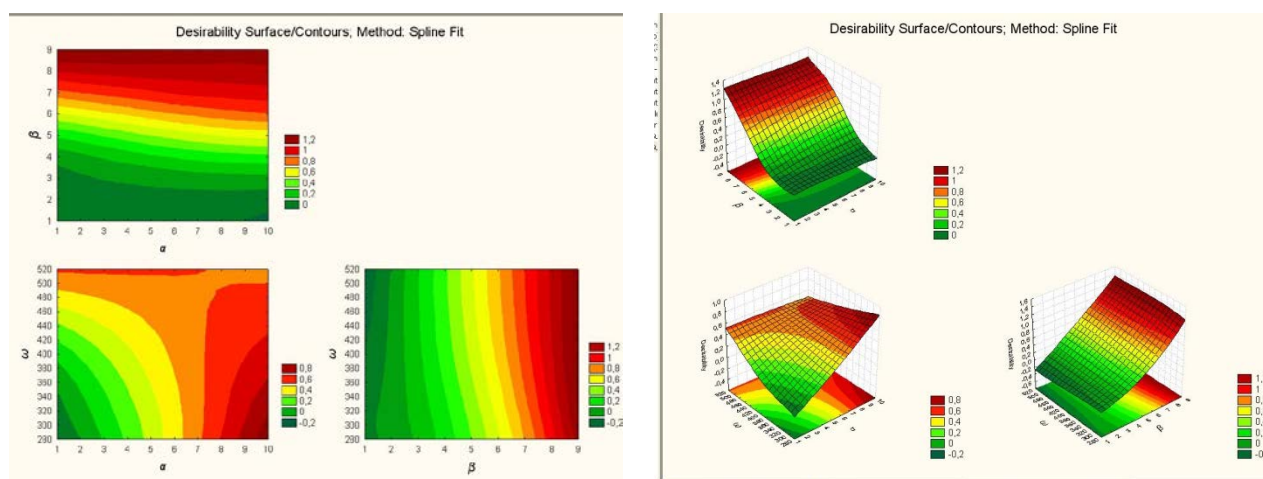


Рисунок 14 - Поверхность Желательности (сечение)

Контрольные вопросы

1. Каковы свойства матрицы полного факторного эксперимента?
2. Постройте матрицу планирования эксперимента 23.
3. Что такое рандомизация, с какой целью и какими средствами ее производят?
4. Что такое априорная информация об объекте исследования?
5. Как осуществляется выбор значений нулевого уровня факторов? 13. Как осуществляется выбор интервалов варьирования факторов?
6. Как осуществляется кодирование факторов?
7. Как осуществляется вычисление коэффициентов уравнения регрессии?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Градовский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 278 с.

3. Ланкин М.В., Широков К.М. Планирование эксперимента в научных исследованиях. - Новочеркасск.: ЮРГТУ, 2010. – 32 с.

Таблица 3 – Значения критерия Фишера (F -критерия) для уровня значимости $\alpha = 0,05$

	f ₁										
f ₂	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
1	161,45	199,50	215,71	224,58	230,16	233,99	236,77	238,88	240,54	241,88	245,95
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,43
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,70
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,86
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,62
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	3,94
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,51
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,22
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,01
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,85
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,72
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,62
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,53
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,46
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,40
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,35
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,31
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,27
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,23
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,20
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	-	2,42	-	-	-

22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	-	2,40	-	-	-
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	-	2,38	-	-	-
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	-	2,36	-	-	-
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	-	2,34	-	-	-
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	-	2,32	-	-	-
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	-	2,29	-	-	-
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	-	2,28	-	-	-
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	-	2,27	-	-	-
35	4,12	3,26	2,87	2,64	2,48	2,37	-	2,22	-	-	-
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	-	2,18	-	-	-
45	4,06	3,21	2,81	2,58	2,42	2,31	-	2,15	-	-	-
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	-	2,13	-	-	-
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	-	2,10	-	-	-
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	-	2,07	-	-	-
80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	-	2,06	-	-	-
90	3,95	3,10	2,71	2,47	2,32	2,20	-	2,04	-	-	-
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	-	2,03	-	-	-
125	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	-	2,01	-	-	-
150	3,90	3,06	2,66	2,43	2,27	2,16	-	2,00	-	-	-
200	3,89	3,04	2,65	2,42	2,26	2,14	-	1,98	-	-	-
300	3,87	3,03	2,64	2,41	2,25	2,13	-	1,97	-	-	-
400	3,86	3,02	2,63	2,40	2,24	2,12	-	1,96	-	-	-
500	3,86	3,01	2,62	2,39	2,23	2,11	-	1,96	-	-	-

