

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Невинномысский технологический институт (филиал)

ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям для студентов направления

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Невинномысск 2020

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта в части содержания и уровня подготовки выпускников по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Указания содержат условия и исходные данные задач для аудиторного решения, краткую методику и пояснения, схемы к расчетам и список рекомендуемой литературы.

Составитель: *доц. А.И. Свидченко*

Рецензент *доц. А.Л. Проскурнин*

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ПОИСК, НАКОПЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ	7
Занятие №1. Ознакомление с информационно-поисковыми системами и электронной сетью Интернет.....	7
Занятие №2. Информационный поиск справочных данных о характеристиках промышленного оборудования.....	11
Занятие №3. Освоение методов патентного поиска.....	12
Занятие №4. Анализ результатов патентного поиска.	15
ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИНЦИПЫ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА	19
Занятие №5. Освоение метода морфологической матрицы идей для генерирования вариантов изделия.	19
Занятие №6. Освоение метода экспертных оценок для выбора варианта изделия.	21
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	23

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания составлены на современном научном уровне и рассчитаны на студентов, обладающих достаточной подготовкой по разделам дисциплин: математика, физика, информатика.

Методические указания составлены для проведения практических занятий курса «Основы инженерного творчества» с учетом требований стандарта третьего поколения ФГОС ВО для подготовки бакалавров направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

При подготовке издания учтены основные изменения в программе дисциплины и тенденции ее развития. Последовательность разделов соответствует логической структуре курса. Предлагаемые методические указания включают материалы, которые используются при подготовке и проведении практических занятий. В конце каждого занятия представлены вопросы для контроля знаний студента.

В результате освоения материала методических указаний по дисциплине «Основы инженерного творчества» ОП студент приобретает следующие компетенции:

общефессиональные: ОПК-1 - способностью к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий; ОПК-2 - способностью владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером; ОПК-3 - знанием основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации, умением использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации, распределенных баз знаний, а также информации в глобальных компьютерных сетях.

профессиональные: ПК-1 – способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.

Содержание методических указаний соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к содержанию дисциплины «Основы инженерного творчества» для студентов направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

ВВЕДЕНИЕ

Приобретаемые компетенции ОП при освоении материала методических указаний – ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1. Изучив этот материал, бакалавр будет:

знать:

- сущность и значение информации в развитии современного общества;
- принципы и методы инженерного творчества при решении технических задач в области технологических машин и оборудования;

уметь:

- получать и обрабатывать информацию из различных источников;
- проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий.
- принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машин и оборудования;
- участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности;

владеть:

- методами интерпретации, структурирования и оформления информации в доступном для других виде;
- способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки;
- способностью использования базовых методов исследовательской деятельности и инженерного творчества.

Ниже приведены примеры и задачи, рассматриваемые по основным темам дисциплины, согласно ФГОС ВО и рабочей учебной программы.

ПОИСК, НАКОПЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Занятие №1. Ознакомление с информационно-поисковыми системами и электронной сетью Интернет.

Информационно-поисковая система (ИПС) – это прикладная компьютерная среда для обработки, хранения, сортировки, фильтрации и поиска больших массивов структурированной информации. Она обеспечивает поиск и отбор необходимых данных в специальной базе с описаниями источников информации (индексе) на основе информационно-поискового языка и соответствующих правил поиска.

Различают две разновидности ИПС:

1. *Документографические.* В документографических ИПС все хранимые документы индексируются специальным образом, т.е. каждому документу присваивается индивидуальный код, составляющий поисковый образ. Поиск идет не по самим документам, а по их поисковым образам. Именно так ищут книги в больших библиотеках. Сначала отыскивают карточку в каталоге, а затем по номеру, указанному на ней, отыскивается и сама книга.
2. *Фактографические.* В фактографических ИПС хранятся не документы, а факты, относящиеся к какой-либо предметной области. Поиск осуществляется по образцу факта.

Главной задачей любой ИПС является поиск информации релевантной информационным потребностям пользователя. Очень важно в результате проведенного поиска ничего не потерять, то есть найти все документы, относящиеся к запросу, и не найти ничего лишнего. Поэтому вводится качественная характеристика процедуры поиска - релевантность.

Релевантность - это соответствие результатов поиска сформулированному запросу.

Обеспечивается поиск применением тезауруса. *Тезаурус* - полный систематизированный набор терминов, слов, данных, семантических понятий в какой-либо области знаний с указанием на их практическое применение. Основными целями тезауруса являются следующие:

- обеспечение перевода естественного языка документов и пользователей на контролируемый словарь, применяемый для индексирования и поиска;
- обеспечение последовательного использования единиц индексирования;
- описание отношений между терминами;
- использование как поискового средства при поиске документов.

Основными показателями ИПС для WWW являются пространственный масштаб и специализация. По пространственному масштабу ИПС можно разделить на локальные, глобальные, региональные и специализированные. Локальные поисковые системы могут быть разработаны для быстрого поиска страниц в масштабе отдельного сервера. Региональные ИПС описывают информационные ресурсы определенного региона. Глобальные поисковые системы в отличие от локальных стремятся объять необъятное - по возможности наиболее полно описать ресурсы всего информационного пространства сети Интернет.

В общем случае, можно выделить следующие поисковые инструменты для WWW: *каталоги, поисковые системы, метапоисковые системы.*

Каталог - поисковая система с классифицированным по темам списком аннотаций со ссылками на различные ресурсы в сети интернет. Это могут быть сайты, порталы, веб-страницы и т.д. Классификация, как правило, проводится людьми.



Поиск в каталоге очень удобен и проводится посредством последовательного уточнения тем. База данных ссылок (индекс) каталога обычно имеет ограниченный объем, заполняется вручную персоналом каталога. Некоторые каталоги используют автоматическое обновление индекса.

Результат поиска в каталоге представляется в виде списка, состоящего из краткого описания (аннотации) документов с гипертекстовой ссылкой на первоисточник.

Из наиболее популярных каталогов можно выделить:

Зарубежные каталоги:	Российские каталоги:
Yahoo - www.yahoo.com Magellan - www.mckinley.com	@Rus - www.aport.ru Weblist - www.weblist.ru Улитка - www.ulitka.ru

Поисковая машина - поисковая система с формируемой роботом базой данных, содержащей информацию об информационных ресурсах.



Отличительной чертой поисковых машин является тот факт, что база данных, содержащая информацию о Web-страницах, статьях Usenet и т.д., формируется программой-роботом.

Поиск в такой системе проводится по запросу, составляемому пользователем, состоящему из набора ключевых слов или фразы, заключенной в кавычки. Индекс формируется и поддерживается в актуальном состоянии роботами-индексировщиками.

В описании документа чаще всего содержится несколько первых предложений или выдержки из текста документа с выделением ключевых слов. Как правило, указана дата обновления (проверки) документа, его размер в килобайтах, некоторые системы определяют язык документа и его кодировку (для русскоязычных документов).

Многие поисковые системы позволяют проводить поиск в найденных документах, причем можно уточнить запрос введением дополнительных терминов. Если интеллектуальность системы высока, то может предлагаться услуга поиска похожих документов. Однако, автоматизация определения схожести - весьма нетривиальная задача, и зачастую эта функция работает неадекватно ожиданиям. Некоторые поисковики позволяют провести пересортировку результатов. Для экономии времени можно сохранить результаты поиска в виде файла на локальном диске для последующего изучения в автономном режиме.

Из наиболее популярных поисковых машин можно выделить:

Зарубежные поисковые машины:	Российские поисковые машины:
Google - www.google.com	Яндекс - www.yandex.ru (или www.ya.ru)
Altavista - www.altavista.com	Рэблёр - www.rambler.ru
Excite - www.excite.com	Апорт - www.aport.ru
HotBot - www.hotbot.com	
Nothern Light - www.northernlight.com	
Go (Infoseek) - www.go.com (infoseek.com)	
Fast - www.alltheweb.com	

Одним из лучших российских поисковиков является «Яндекс». На сегодняшний день он стоит на четвертом месте по общему количеству запросов. В то же самое время, по популярности «Яндекс» занимает сегодня первое место в Российской Федерации. Общее количество произведенных запросов превышает 250 миллионов каждый день.



Сегодня, «Yandex» имеет 50 сервисов, из которых некоторые уникальные – Яндекс.Поиск, Яндекс.Карты, Яндекс.Маркет. Помимо этого, российских пользователей очень интересуют такие сервисы, как «Поиск по блогам», «Яндекс Пробки». Основные запросы для пользователей в основном из следующих стран ближнего зарубежья: Россия, Белоруссия, Турция и Казахстан.

Метапоисковая система. Различные поисковые системы описывают разное количество источников информации в Интернет. Поэтому нельзя ограничиваться поиском только в одной из указанных поисковых системах. Имеются инструменты поиска, которые не формируют собственный индекс, но умеют использовать возможности других поисковых систем. Это метапоисковые системы (поисковые службы) - системы, способные послать запросы пользователя одновременно нескольким поисковым серверам, затем объединить полученные результаты и представить их пользователю в виде документа со ссылками.

Адреса наиболее известных метапоисковых систем:

Зарубежные метапоисковые системы:	Российские метапоисковые системы:
MetaCrawler - www.metacrawler.com SavvySearch - www.savvysearch.com	Главная "Народ"

Занятие №2. Информационный поиск справочных данных о характеристиках промышленного оборудования.

Целью заданий является освоение способов нахождения информации о свойствах веществ и материалов, характеристиках промышленного оборудования с использованием справочных табличных и графических данных.

В качестве основных видов сырья химической технологии используются: нефть, газовый конденсат, природный газ, вода, воздух, другие вещества.

Нефти и газовые конденсаты большинства известных месторождений изучены, а их основные свойства приводятся в справочной литературе и публикуются в отраслевой периодической печати.

Характеристики типового химического оборудования (емкости, насосы, компрессоры, фильтры, теплообменные аппараты и др.) приводятся как в учебной, так и справочной литературе (справочники, каталоги, ГОСТы).

Пример 2.1. Определить основные свойства Самотлорской нефти.

Решение

Используем справочную таблицу 2.5 [2]. Для Самотлорской нефти находим (некоторые из величин опущены):

Плотность $\rho_4^{20} = 0,8426$;

Вязкость $\nu_{20} = 6,1$ сСт;

Температура застывания $t_{заст} = <-33^\circ\text{C}$;

Давление насыщенных паров при 38°C : $P = 37$ кПа = 279 мм рт. ст.;

Содержание парафина $C_{п} = 2,3\%$;

Температура плавления парафина $t_{пл} = 50^\circ\text{C}$;

Выход фракций: до $200^\circ\text{C} \rightarrow 30,6\%$; до $350^\circ\text{C} \rightarrow 58,2\%$.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

1.1. Определить основные свойства нефти для двух образцов из указанных ниже месторождений: Мегионское, Нижневартовское, Североварьеганское, Усть-балыкское, Шаимское, Усинское, Ярегское.

1.2. Определить основные свойства газовых конденсатов для двух образцов из указанных ниже месторождений: Оренбургское, Вуктыльское, Заполярное, Ямбургское, Харасавейское, Астраханское, Майкопское.

1.3. Определить основные свойства для двух образцов рабочих веществ из указанных ниже (параметры состояния принять по указанию преподавателя): аммиак, углекислый газ, метанол, этанол, уксусная кислота, бензол, толуол, циклопентан, циклогексан, н-бутан, н-пентан, н-гексан.

Занятие №3. Освоение методов патентного поиска.

Патентный поиск проводится с целью выяснения новизны и изобретательского уровня создаваемого технического решения.

Изобретение признается *новым*, если оно неизвестно исходя из уровня техники, достигнутого на дату приоритета изобретения, при определении уровня техники принимаются во внимание все виды сведений, ставшие общеизвест-

ными на эту дату в России и за рубежом (мировая новизна) из любого письменного или устного источника.

Критерием общеизвестности служит возможность любого лица ознакомиться с источником законным путем.

Изобретательский уровень, по существу, служит дополнительной качественной характеристикой новизны изобретения. Он оценивается на основе общепринятого в патентной практике критерия – знаний специалиста в данной области техники.

Для признания в заявленном предложении изобретательского уровня оно не должно быть очевидным для специалиста, т.е. логически следовать из знаний, которыми может обладать такой специалист на дату подачи заявки.

Каждому изобретению присваивается классификационная принадлежность. Международная патентная классификация (МПК) – это иерархическая система, состоящая из разделов, классов, подклассов, групп и подгрупп.

Разделы обозначаются прописными буквами латинского алфавита от А до Н и имеют следующее содержание.

Раздел А. «Удовлетворение жизненных потребностей человека».

Раздел В. «Различные технологические процессы, транспортирование».

Раздел С. «Химия, металлургия».

Раздел D. «Текстиль, бумага».

Раздел Е. «Строительство, горное дело».

Раздел F. «Механика, освещение, отопление, двигатели и насосы, оружие, боеприпасы, взрывные работы».

Раздел H. «Электричество».

Каждый класс обозначается двухзначным числом, подкласс – прописной буквой латинского алфавита, группа и подгруппа – цифрами, разделенными косой линией.

Например



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Используя реферативные журналы «Химия. Общие вопросы химической технологии», проведите патентный поиск по одной из предложенных тем (определяется преподавателем).

2. В результате поиска отберите 5 изобретений имеющих аннотацию, заполнив таблицу следующего вида.

Наименование изобретения	Вид охранного документа, страна и его номер, МПК, дата приоритета	Заявитель, автор(ы), патенто-обладатель	Сущность изобретения
1	2	3	4

При обозначении вида охранного документа используйте сокращения: а.с. – авторское свидетельство; пат. – патент. Слово заявка пишется полностью. Страны указываются аббревиатурой.

Темы патентного поиска

1. Массообменные аппараты.
2. Оборудование для измельчения материалов.
3. Оборудование для классификации зернистых материалов.
4. Способы очистки сточных вод.
5. Аэраторы жидкости.
6. Отстойники.
7. Фильтры и фильтрующие элементы.
8. Теплообменные аппараты и их элементы.
9. Абсорбционные аппараты и их элементы.
10. Адсорбционные аппараты и их элементы.

11. Сушильные аппараты и установки.
12. Кристаллизаторы жидкостей и расплавов.
13. Экстракторы.
14. Химические реакторы.
15. Аппараты для перемешивания жидкостей.
16. Центрифуги и сепараторы.
17. Аппараты для сухой очистки газов.
18. Аппараты для мокрой очистки газов.
19. Аппараты для перемешивания сыпучих материалов.
20. Аппараты для мембранного разделения.

Контрольные вопросы

1. Что означает «новизна изобретения»?
2. Что означает «изобретательский уровень изобретения»?
3. Объясните структуру классификации изобретений.
4. Что такое дата приоритета изобретения?
5. Какими правами обладает патентообладатель?

Занятие №4. Анализ результатов патентного поиска.

С целью выявления закономерностей и особенностей технических решений результаты патентного поиска могут быть подвергнуты системному анализу.

Системный анализ – это совокупность методологических средств и процедур, используемых для подготовки, обоснования и осуществления решений по сложным проблемам самого различного характера. Процедуры и методы системного анализа направлены на выдвижение альтернативных вариантов решения проблем, выявление масштабов неопределенности по каждому из вариантов и сопоставление их по тем или иным критериям эффективности.

В качестве средства реализации системного анализа объектов техники может быть предложен метод дерева целей, сущность которого основано на том, что каждая система (объект) содержит ряд подсистем, которые, в свою очередь, могут быть разбиты на более мелкие подсистемы, а каждой подсистеме

ме соответствует своя цель. Совокупность таких целей образует иерархию (дерево целей).

Дерево целей представляет собой граф, вершины которого интерпретируются как цели, а ребра – как связи между целями. При этом в понятие целей на разных уровнях вкладывается различное содержание: от объективных народнохозяйственных потребностей и желаемых направлений развития на верхнем уровне дерева до решения задач и осуществления отдельных мероприятий на нижних уровнях. Основным требованием к построению дерева целей является отсутствие циклов. Дерево целей с количественными показателями, используемое в качестве средства принятия решения, называют деревом решений (рисунок 7.1).

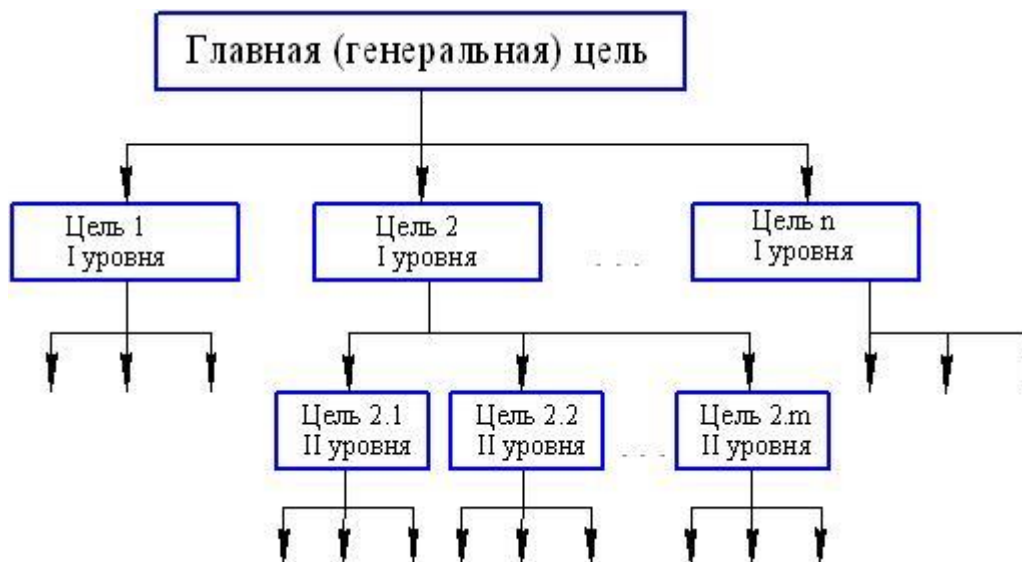


Рисунок 3.1 – Принципиальная схема дерева целей

Смысл дерева целей заключается в том, что в случае, когда общую цель системы не удастся связать со средствами достижения, требуется разбить ее на более мелкие цели, которые обеспечивают решение задачи. При этом должны быть выполнены два формальных требования – полнота и непротиворечивость.

Непротиворечивость дерева целей означает, что достижение одной из пары целей предполагает достижение другой, и наоборот. Описание каждой цели в дереве должно достаточно полно раскрывать ее содержание и устанавливать степень или факт ее достижения. В дереве целей не могут присутствовать изолированные цели, т.е. цели, не связанные ни с какими другими.

Нулевой уровень дерева целей включает одну, главную цель, которая ставится в самом общем виде и в конечном счете является всего лишь заголовком, обозначением для всего дерева целей, например создание объекта техники.

Цели всех последующих уровней отличаются друг от друга качественно, имеют различное содержание. Цели верхних уровней более или менее устойчивы и постоянны во времени (их называют иногда стратегическими целями). Цели средних уровней (называемые часто тактическими) подвержены большой динамике.

Незначительные изменения в формулировках или оценках целей верхнего уровня могут существенно повлиять на состав и число целей среднего уровня. На низших уровнях в некоторых ветвях может вновь наблюдаться довольно высокая устойчивость целей, обусловленная инерционностью используемых основных фондов, устойчивостью технологии, экономики и организации производственных процессов.

В других ветвях цели низших уровней могут быть значительно более изменчивыми, так как определяются высокой вариантностью научно-технических решений и динамичностью изменений условий окружающей среды.

Применительно к техническому объекту дерево целей может быть выражено иерархией: конструкция – узлы – подузлы – подподузлы – ... – детали.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Из отобранных в результате патентного поиска изобретений определите предполагаемый прототип нового технического решения.

2. Проведите системный анализ прототипа на основе построения дерева целей. При построении используйте возможные варианты технических решений, улучшающих функции прототипа.

3. С учетом проведенных усовершенствований прототипа составьте предполагаемую формулу изобретения на новое техническое решение.

Контрольные вопросы

1. Что собой представляет системный анализ?

2. Какая основная идея заложена в метод дерева целей, как разновидности

системного анализа?

3. В чем сущность распределения целей по уровням и что это дает для системного анализа?

4. Поясните на примере, как применительно к техническим объектам может составляться дерево целей?

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИНЦИПЫ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА

Занятие №5. Освоение метода морфологической матрицы идей для генерирования вариантов изделия.

Задача 4.1. Генерировать варианты изделия «нож» для разрезания различных бытовых материалов и продуктов.

Решение

Используем метод морфологической матрицы идей, основанный на комбинаторике. Суть его состоит в том, что в интересующем изделии или объекте выделяют группу основных конструктивных или других признаков. Для каждого признака выбирают альтернативные варианты, т.е. возможные варианты его исполнения или реализации. Комбинируя их между собой, можно получить множество различных решений, в том числе представляющих практический интерес.

Составим так называемую морфологическую таблицу для изделия «нож», в которой приведем перечень признаков и альтернативных вариантов (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Морфологическая таблица

№	Признаки	Альтернативные варианты (номер столбца)				
		1	2	3	4	5
1	Материал лезвия	металл	камень	кость	пластмаса	-
2	Материал рукоятки	дерево	кость	пластмаса	металл	металл и кожа
3	Форма лезвия	удлинённый прямоугольник	вытянутая кривая	треугольник	круглая	-
4	Безопасность хранения	открытое лезвие	лезвие в чехле	лезвие в рукоятке	-	-
5	Дополнительные функции	распиливает твердые тела	открывает пробки	выворачивает шурупы	отворачивает шурупы	открывает замок

Если из каждой строки этой таблицы взять по одному варианту, то получим некоторую конструкцию ножа.

Так, для сочетания вариантов (1.1, 2.3; 3.3; 4.2; 5.1), где в каждой паре первая цифра обозначает номер строки, а вторая – номер столбца, получим

конструкцию ножа: «лезвие из металла, рукоятка – пластмассовая, форма лезвия – треугольная, лезвие в чехле, дополнительная функция – распиливание твердых тел».

Число возможных конструкций ножа будет равно: $4 \times 5 \times 4 \times 3 \times 5 = 1200$.

Наиболее эффективные технические решения (ТР) из множества всех возможных вариантов можно выбрать путем последовательного сокращения этого множества за счет отбрасывания наименее эффективных и наименее перспективных.

Первое сокращение проводят для выполнения первенства $N \leq N_{об}$, где $N_{об}$ – некоторое обозримое число возможных вариантов. Для относительно простых технических объектов, для которых сравнение двух ТР занимает в среднем не более 10 с можно принять $N_{об} = 10000$, для сложных $N_{об} = 1000$.

Если $N > N_{об}$ отбрасывают наихудшие варианты в каждом столбце (строке). Можно просто ограничить число столбцов или строк.

Составим абстрактную (в виде обозначений) морфологическую таблицу, где A_j^i – альтернативный вариант, где i – порядковый номер строки, j – порядок номера столбца (таблица 11.2).

Таблица 4.2 – Абстрактная морфологическая таблица

A_1^1	A_2^1	A_3^1	A_4^1	A_5^1
A_1^2	A_2^2	A_3^2	A_4^2	A_5^2
A_1^3	A_2^3	A_3^3	A_4^3	-
A_1^4	A_2^4	A_3^4	-	-
A_1^5	A_2^5	A_3^5	A_4^5	A_5^5

Выбираем из этой морфологической таблицы две строки с наименьшим числом альтернативных вариантов (3 и 4) и образуем парные комбинации ($3 \times 4 = 12$ пар):

$$A_3^1 A_4^1; A_3^1 A_4^2; A_3^1 A_4^3; A_4^1 A_3^2;$$

$$A_3^2 A_4^2; A_3^2 A_4^3; A_3^3 A_4^1; A_3^3 A_4^2;$$

$$A_3^3 A_4^3; A_4^4 A_3^1; A_4^4 A_3^3; A_4^4 A_3^2.$$

Анализируем сочетания и удаляем наихудшие на наш взгляд, например, $A_3^2 A_4^2$, $A_3^3 A_4^3$ и $A_3^3 A_4^2$.

Выбираем следующий столбец с наименьшим числом вариантов технических решений (в данном случае – любой) и составляем уже тройные комбинации с оставшимися двойными. Можно составить таблицу тройных сочетаний (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Тройные сочетания

	A_1^1	A_1^2	A_1^3	A_1^4	A_1^5
$A_3^1 A_4^1$	$A_1^1 A_3^1 A_4^1$	$A_1^2 A_3^1 A_4^1$	$A_1^3 A_3^1 A_4^1$	$A_1^4 A_3^1 A_4^1$	$A_1^5 A_3^1 A_4^1$
$A_3^1 A_4^2$	$A_1^1 A_3^1 A_4^2$	$A_1^2 A_3^1 A_4^2$	$A_1^3 A_3^1 A_4^2$	$A_1^4 A_3^1 A_4^2$	$A_1^5 A_3^1 A_4^2$
$A_3^1 A_4^3$	$A_1^1 A_3^1 A_4^3$	$A_1^2 A_3^1 A_4^3$	$A_1^3 A_3^1 A_4^3$	$A_1^4 A_3^1 A_4^3$	$A_1^5 A_3^1 A_4^3$
$A_3^2 A_4^1$	$A_1^1 A_3^2 A_4^1$	$A_1^2 A_3^2 A_4^1$	$A_1^3 A_3^2 A_4^1$	$A_1^4 A_3^2 A_4^1$	$A_1^5 A_3^2 A_4^1$
$A_3^2 A_4^3$	$A_1^1 A_3^2 A_4^3$	$A_1^2 A_3^2 A_4^3$	$A_1^3 A_3^2 A_4^3$	$A_1^4 A_3^2 A_4^3$	$A_1^5 A_3^2 A_4^3$
$A_3^3 A_4^1$	$A_1^1 A_3^3 A_4^1$	$A_1^2 A_3^3 A_4^1$	$A_1^3 A_3^3 A_4^1$	$A_1^4 A_3^3 A_4^1$	$A_1^5 A_3^3 A_4^1$
$A_3^3 A_4^2$	$A_1^1 A_3^3 A_4^2$	$A_1^2 A_3^3 A_4^2$	$A_1^3 A_3^3 A_4^2$	$A_1^4 A_3^3 A_4^2$	$A_1^5 A_3^3 A_4^2$
$A_3^4 A_4^1$	$A_1^1 A_3^4 A_4^1$	$A_1^2 A_3^4 A_4^1$	$A_1^3 A_3^4 A_4^1$	$A_1^4 A_3^4 A_4^1$	$A_1^5 A_3^4 A_4^1$
$A_3^4 A_4^2$	$A_1^1 A_3^4 A_4^2$	$A_1^2 A_3^4 A_4^2$	$A_1^3 A_3^4 A_4^2$	$A_1^4 A_3^4 A_4^2$	$A_1^5 A_3^4 A_4^2$

Анализируя варианты, отбрасываем часть из них и выбираем следующую строку с наименьшим числом вариантов.

Составляем с оставшимися тройными сочетаниями комбинации из четырех вариантов технических решений. Опять отбрасываем наихудшие и составляем комбинации с пятью вариантами.

Остается выбрать наилучший вариант. Определяем параметр оптимизации, например, удобство в обращении, трудоемкость изготовления и т.п.

Все технические решения анализируем и выбираем 3... 5 наиболее эффективные варианты для дальнейшего анализа.

Занятие №6. Освоение метода экспертных оценок для выбора варианта изделия.

Задача 6.1. Оценить варианты семи концепций реактора путем анализа мнений пяти экспертов. Результаты оценки показателей качества объекта экспертизы приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Результаты экспертной оценки показателей качества вариантов реактора

Номер варианта	Оценка эксперта i , баллы
----------------	-----------------------------

реактора, j	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
1	4	6	4	4	3
2	3	3	2	3	4
3	2	2	1	2	2
4	6	5	6	5	6
5	1	1	3	1	1
6	5	4	5	6	5
7	7	7	7	7	7

Решение

Для выбора наилучшего варианта объекта используем метод ранжирования. Он заключается в расстановке объектов оценки в порядке присвоенных баллов. Место, занятое при такой расстановке, называется рангом. Чем выше ранг, тем предпочтительней объект.

По сумме баллов (таблица 6.2) лучшим является седьмой вариант объекта, вторым – четвертый, затем – шестой, первый, второй, третий и пятый.

Таблица 6.2 – Оценка меры согласованности мнений экспертов

Ранг варианта реактора	Номер варианта реактора, j	Сумма баллов	Отклонение от среднего арифметического	Квадрат отклонений от среднего арифметического
1	7	35	15	222
2	4	28	8	64
3	6	25	5	25
4	1	21	1	1
5	2	15	-5	25
6	3	9	11	121
7	5	7	-13	169

$\Sigma=140$

$\Sigma=S=630$

Для оценки меры согласованности мнений экспертов подсчитаем коэффициент конкордации

$$W = \frac{12S}{n^2(m^3 - m)},$$

где S – сумма квадратов отклонения суммы баллов каждого варианта объекта экспертизы от среднего арифметического; n – число экспертов; m – число вариантов объекта экспертизы.

Коэффициент конкордации может принимать значения от 0 (при отсутствии согласованности) до 1 (при наличии единодушия). Приемлемым является результат выше 0,7.

Вычисляем среднее арифметическое баллов

$$\frac{21+15+9+28+7+25+35}{7} = \frac{140}{7} = 20.$$

Вычисляем сумму квадратов отклонений от среднего арифметического $S = 630$.

Рассчитываем коэффициент конкордации

$$W = \frac{12S}{n^2(m^3 - m)} = \frac{12 \cdot 630}{5^2(7^3 - 7)} = 0,9.$$

Степень согласованности экспертов удовлетворительная.

Таким образом, для дальнейшей разработки рекомендуется седьмой вариант концепции реактора, показатели качества которого признаны наиболее высокими.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Рудин М.Г. Карманный справочник нефтепереработчика. – Л.: Химия, 1989.– 464 с.
2. Рудин М.Г., Драбкин А.Е. Краткий справочник нефтепереработчика. – Л.: Химия, 1980.– 328 с.
3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1981.– 560 с.
4. Заенчик В.М., Карачев А.А., Шмелев В.Е. Основы творческо-конструкторской деятельности: Методы и организация: Учебник. – М.: Академия, 2006. – 256 с.
5. Глазунов В.Н. Поиск принципов действия технических систем. – М.: Речной транспорт, 1990. – 111 с.
6. Мельникова Л.И., Шведова В.В. Системный анализ при создании и освоении объектов техники. – М.: ВНИИПИ, 1991. – 85 с.
7. Правила составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на изобретение. – М.: Роспатент, 1999. - 93 с.

ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА
Методические указания для практических занятий

Направление подготовки – 15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль подготовки - Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств

Составитель *доц. А.И. Свидченко*
Рецензент *доц. А.Л. Проскурнин*

Редактор

Подписано в печать	20 г.	Формат 60 x 84	1/16
Уч.-изд. л.	Усл. печ. л.	Тираж	Заказ №
Невинномысский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»			

Отпечатано в типографии НТИ
357108, г. Невинномысск, ул. Гагарина, 1