

УДК 681.3

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Федотова Д.М.

Научный руководитель: Астапов В.Н.

«Самарский государственный технический университет», Самара, Россия.

### Аннотация

Повышение эффективности фундаментальных и прикладных научных исследований становится важным фактором ускорения научно-технического прогресса. Особое значение для повышения эффективности науки приобретает автоматизация научных исследований. Автоматизированные системы научных исследований предназначены для автоматизации научных экспериментов, а также для осуществления моделирования исследуемых объектов, явлений и процессов, изучение которых традиционными средствами затруднено или невозможно. Главным итогом работы автоматизированных систем научных исследований обычно является подтверждение или отклонение научных гипотез. Автоматизированные системы научных исследований позволяют получать более точные и полные модели исследуемых объектов и явлений, ускорять ход научных исследований и снижать их трудоемкость, изучать сложные объекты и процессы, исследование которых традиционными методами затруднительно или невозможно. Применение автоматизированных систем научных исследований и комплексных испытаний образцов новой техники (АСНИ) наиболее эффективно в тех современных областях науки и техники, которые имеют дело с использованием больших объемов информации. В работе рассматриваются цели создания автоматизированных систем научных исследований и ее составные части, а также функции и структура. Также приводятся примеры таких систем и их основные особенности, как объекта автоматизации.

**Ключевые слова:** Автоматизированные системы научных исследований, автоматизация, научно-технический процесс, принципы работы АСНИ, примеры АСНИ.

## AUTOMATED RESEARCH SYSTEMS

Fedotova D.M.

Scientific adviser: Astapov V.N.

Improving the effectiveness of basic and applied research is becoming an important factor in accelerating scientific and technological progress. Of particular importance for increasing the effectiveness of science is the automation of scientific research. Automated research systems are designed to automate scientific experiments, as well as to model the studied objects, phenomena and processes, the study of which by traditional means is difficult or impossible. The main result of the work of automated research systems is usually the confirmation or rejection of scientific hypotheses. Automated systems of scientific research allows you to get more accurate and complete models of the studied objects and phenomena, accelerate the progress of scientific research and reduce their complexity, study complex objects and processes, the study of which by traditional methods is difficult or impossible. The use of automated systems for scientific research and integrated testing of samples of new technology (ASNI) is most effective in those modern areas of science and technology that deal with the use of large amounts of information. The paper considers the goals of creating automated scientific research systems and its components, as well as functions and structure. Examples of such systems and their main features, such as an automation object, are also given.

**Keywords:** Automated systems of scientific research, scientific and technical process, principles of ASNI.

## **Введение**

Особое значение для повышения эффективности науки приобретает автоматизация научных исследований, с ее помощью можно производить более точные и полные модели исследуемых объектов и явлений, снижать трудоемкость исследований, исследовать сложные объекты и процессы. Автоматизированные системы научных исследований эффективно применяют в : ядерной физике (сбор и обработка экспериментальных данных, получаемых на реакторах, ускорителях и установках термоядерного синтеза); физике плазмы и твердого тела; радиофизике и электронике; астрономии; космических исследованиях (обработка информации, получаемой с искусственных спутников для нужд народного хозяйства); биологии и медицине (исследования в области молекулярной биологии, микробиологического синтеза, диагностики заболеваний); автоматизированные системы научных исследований обеспечивает получение значительного народнохозяйственного эффекта.

## **Определение АСНИ**

Автоматизированная система научных исследований (АСНИ) - это программно-аппаратный комплекс на базе средств вычислительной техники, предназначенный для проведения научных исследований или комплексных испытаний образцов новой техники на основе получения и использования моделей исследуемых объектов, явлений и процессов. Программно-аппаратный комплекс АСНИ состоит из средств методического, программного, технического, информационного и организационно-правового обеспечения.

Из определения следует, что для АСНИ характерно три существенных момента:

- ключевая роль вычислительной техники
- Единство программных и аппаратных средств
- Ориентация АСНИ на получение математических моделей виде формул, таблиц,

графиков.

Взаимодействие исследуемого объекта, явления или процесса с АСНИ осуществляется через аппаратуру сопряжения, входящую в состав программно-аппаратного комплекса.

Создание модели осуществляется сопоставлением теории и эксперимента. Это сопоставление носит, как правило, итерационный характер, что можно отобразить в виде алгоритма (рис. 1). На каждом шаге итерации происходит уточнение модели, что ведет обычно к ее усложнению. [2]



Рисунок 1-Алгоритм создания модели

### Цели создания АСНИ

В организациях и на предприятиях АСНИ создаются в целях:

- обеспечения высоких темпов научно-технического прогресса;
- повышения эффективности и качества научных исследований на основе получения или уточнения с помощью АСНИ математических моделей исследуемых объектов, а также применения этих моделей для проектирования, прогнозирования и управления;
- повышения эффективности разрабатываемых с помощью АСНИ объектов, уменьшения затрат на их создание;
- получения качественно новых научных результатов
- сокращения сроков, уменьшения трудоемкости научных исследований и комплексных испытаний образцов новой техники.

Достижение этих целей создания АСНИ обеспечивается путем:

- систематизации и совершенствования процессов научных исследований и испытаний на основе применения математических методов и средств вычислительной техники;
- комплексной автоматизации исследовательских работ с перестройкой ее структуры и кадрового состава;
- повышения качества управления научными исследованиями;
- использования методов обработки и представления результатов научных исследований и испытаний в виде математических моделей, имеющих заданную форму;

замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием. [2]

### Составные части АСНИ

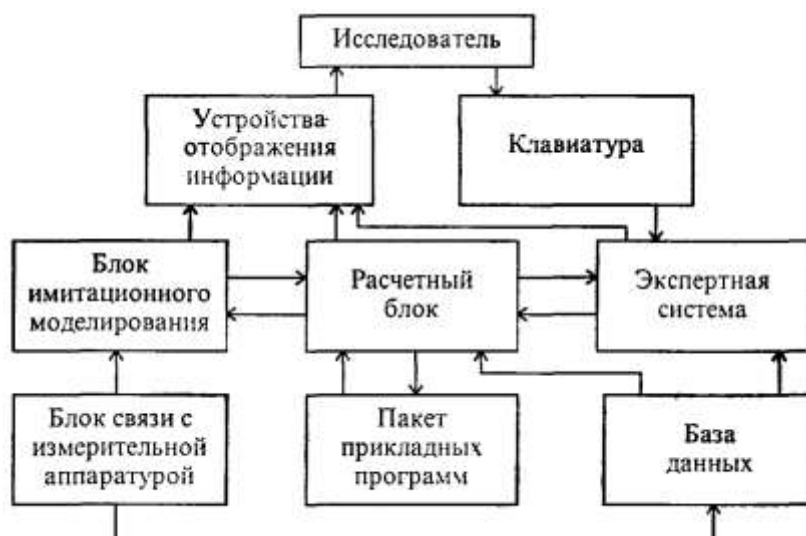
К числу составных частей АСНИ относят:

1. Техническое обеспечение, которое включает комплекс используемых тех.средств: измерительную аппаратуру, ЭВМ, устройства связи с объектом, экспериментальную установку.
2. Научно-методическое обеспечение, включающее в себя различные методы, методики, способы и алгоритмы проведения эксперимента, обработки и представления экспериментальных данных.
3. Информационное обеспечение – справочные и обучающие системы, информационно-поисковые системы, базы данных.
4. Программное обеспечение- документы с текстами программ, эксплуатацией, программы на машинных носителях, эффективное взаимодействие пользователей с тех ресурсами АСНИ.

Метрологическое обеспечение АСНИ и Организационно-правовое обеспечение. [5]

### Типовая структура АСНИ

Различные элементы исследования требуют и различной технической базы в рамках АСНИ. Например, разработка теоретических вопросов часто сопровождается проведением громоздких расчетов, моделированием, поиском научной информации, что требует значительной мощности и объема памяти ЭВМ. С другой стороны, обращение к этим ресурсам АСНИ производится относительно редко и необязательно с высокой оперативностью. Вместе с тем, операции, связанные с проведением автоматизированного эксперимента, всегда осуществляются в масштабе реального времени, и нет необходимости в значительных вычислительных мощностях. [5]



## Рисунок 2 – Структура АСНИ

Для реализации самых разных элементов исследований современные системы строятся по многоуровневому принципу. Наиболее целесообразна структура, содержащая три уровня: объектный, инструментальный и сервисный (базовый).

Объектный уровень характеризуется связью с объектом исследований. Его назначение состоит в организации процесса экспериментирования, т.е. реализации управления экспериментальной установкой, регистрации данных, их оперативной обработки, накопления и представления первичных результатов исследователю, в том числе и оказание ему помощи в интерпретации результатов эксперимента и принятии решения о дальнейшем проведении исследований. На объектный уровень также возлагают операции, связанные с проверкой и тестированием экспериментального оборудования, текущей регистрацией и документированием данных.

Инструментальный уровень предназначен для проведения достаточно сложных видов обработки экспериментальных данных, научных расчетов и моделирования, если они не требуют слишком больших мощностей вычислительного оборудования. Здесь осуществляется накопление и длительное хранение информации, полученной в результате исследований, формируются архивы и банки данных по отдельным проблемам исследований. На инструментальном уровне осуществляется отработка различных алгоритмов и программ, составленных пользователем, в том числе и программ, используемых на объектном уровне.

Базовый (или сервисный) уровень используется для осуществления наиболее сложных и громоздких научных расчетов, моделирования, обработки и представления информации, формирования крупных банков и баз данных, создания информационно-поисковой системы.[2]

Нужно обратить внимание на то, что для АСНИ наиболее важным является объектный уровень, так как именно на этом уровне фигурирует исследователь, роль которого является ключевой. Именно на объектном уровне в первую очередь регистрируется новая информация об изучаемом явлении или объекте. Поэтому АСНИ, являясь многоуровневыми системами, не относятся к категории иерархических систем. Можно считать, что верхние этажи этой организации - инструментальный и базовый уровни - являются вспомогательными, оказывающими дополнительные услуги при извлечении полезной информации, разработке и

проверке теоретических положений на основе экспериментальных данных.

## **Функции АСНИ**

Основная функция АСНИ состоит в получении результатов научных исследований (комплексных испытаний) путем автоматизированной обработки экспериментальных данных и другой информации, получения и исследования моделей объектов, явлений и процессов, автоматизированных процедур, планирования и управления экспериментом.

Автоматизированные процедуры в АСНИ состоят в том, что исследования (испытания) объектов осуществляется путем взаимодействия пользователя с АСНИ в режиме диалога.

В АСНИ могут осуществляться автоматические процедуры, при которых обработка данных, идентификация или построение математических моделей производятся без участия человека.

В АСНИ также могут применяться процедуры планирования и управления экспериментом, при которых использование моделирования корректирует условия эксперимента, а экспериментальная информация используется для выбора математической модели из некоторого заданного множества таких моделей.

Результатом функционирования АСНИ является подтверждение (отклонение) гипотез или совокупность законченных математических моделей, удовлетворяющая заданным требованиям. Функционирование АСНИ должно обеспечивать получение выходных документов, содержащих результаты исследований, а также рекомендации по использованию этих результатов для прогнозирования, управления или проектирования.[1]

## **Принципы построения АСНИ**

Современные АСНИ строятся с использованием определенных основополагающих принципов, наиболее существенные представлены ниже:

1. Комплексность, т.е. изначальная направленность АСНИ на решение всего комплекса задач, стоящих перед исследователем; обеспечение возможности применения АСНИ на различных этапах исследований.

2. Многоуровневая организация. В соответствии с этим принципом при построении современных АСНИ выделяется несколько структурных уровней. Подобная организация позволяет реализовать принцип комплексности в условиях ограничения возможных затрат на создание и эксплуатацию АСНИ.

3. Расширяемость (модульный принцип построения), т.е. использование при создании АСНИ таких технических решений, которые бы делали возможным дальнейшее быстрое развитие системы, увеличение количества пользователей, развитие функциональных возможностей системы без переделок и изменений принципиального характера.

4. Адаптируемость, которая означает достижение большей гибкости АСНИ, возможности

ее подстройки и модернизации с учетом конкретной задачи.

5. Коллективность использования. Это означает, с одной стороны, организацию коллективного доступа к наиболее сложным и дорогостоящим системам АСНИ, а с другой – объединение усилий при создании и последующем использовании АСНИ, когда отдельные удачные разработки и результаты исследований становятся общедоступными и могут применяться всеми пользователями системы.

6. Интеграция АСНИ, включающая в себя два аспекта:

- использование технических ресурсов АСНИ для решения задач иного характера (учебных, организационно-управленческих, расчетных, фоновых и т.п.);

- тесное взаимодействие с автоматизированными системами других типов (САПР, АСУТП, АСУП).

7. Типизация инженерных решений при создании АСНИ означает разработку таких компонентов систем, которые могут найти применение при автоматизации основной массы научно-технических исследований в самых разных предметных областях. Такие решения способствуют проведению единой технической политики при построении АСНИ в отдельных отраслях науки.[1]

### **Особенности научных исследований как объекта автоматизации**

Для того чтобы автоматизировать тот или иной объект, необходимо ясно представить его основные особенности. Для автоматизации научных исследований целесообразно выделить некоторые их главные черты. К ним относят следующие:

1. Многогранность исследовательской деятельности. Научные исследования включают в себя элементы разного характера: постановка научной задачи, разработка теории, проведение научных расчетов, моделирование, проведение эксперимента, обработка, накопление и отображение информации, принятие решений и т.д. Различные стороны научной деятельности в неодинаковой степени поддаются формализации и реализации в рамках АСНИ. Сравнительно просто автоматизируются процедуры, связанные с проведением эксперимента (регистрация, обработка, накопление, отображение информации ит.п.). Вместе с тем, такие стороны научной деятельности, как постановка задачи исследования, разработка теории, требуют обязательного творческого участия человека-исследователя.

2. Существенная роль человеческого фактора. С точки зрения разработчика АСНИ, это означает необходимость создания максимальных удобств пользователю при работе с системой. Как следствие, в современных АСНИ наблюдается широкое использование диалогового режима работы, средств графического представления информации.

3. Высокий уровень неопределенности хода и результатов исследования. Научные

исследования всегда проводятся для получения некоторой новой информации о свойствах объекта исследований. Разработчики АСНИ вынуждены работать при дефиците заранее известной информации. Это одно из принципиальных отличий АСНИ от автоматизированных систем других классов (АСУТП, АСУП, САПР). Данная особенность требует таких технических решений при создании АСНИ, которые позволяют сделать систему максимально гибкой, легко модернизируемой с учетом новой информации об объекте исследования, полученной в ходе отработки системы автоматизации.

4. Непрерывность процесса научного исследования. Исследовательская деятельность носит, как правило, непрерывный характер, так как любой исследователь по завершении некоторого этапа работ обычно намечает их дальнейшее развитие, формулируя новую программу работ (новую цель, задачу и т.п.) для того же или другого объекта. Это означает необходимость непрерывного развития, совершенствования соответствующей АСНИ.

5. Уникальность научного исследования. Каждое научное исследование имеет определенные особенности, отличающие его от других аналогичных исследований. Их присутствие обязательно, ведь иначе такое исследование уже не может относиться к категории научного. В связи с этим каждая АСНИ, как правило, обладает специфическими чертами, присущими только данной системе в части ее технического, программного или научно-методического обеспечения.[5]

Анализ перечисленных основных черт научных исследований с позиций создания АСНИ свидетельствует об их сложности как объекта автоматизации. Поэтому целесообразно выделять классы научных исследований по совокупности определенных однотипных свойств, например, по отраслям наук.

### **Задачи, стоящие перед АСНИ.**

Одной из важных задач является оптимальное распределение аппаратных, программных, стоимостных и временных ресурсов в системе. Ошибки при пред-проектном распределении ресурсов неизбежно приведут к излишним затратам при проектировании, создании и эксплуатации АСНИ, что вызовет снижение их эффективности.[3]

Поэтому пред-проектный анализ и рациональное распределение ресурсов АСНИ является важной народно-хозяйственной задачей, обеспечивающей повышение технико-экономической эффективности автоматизации научных исследований. Кроме того, решение этой задачи способствует сокращению времени и затрат при техническом проектировании систем автоматизации, т.к. позволяет уже на пред-проектной стадии значительно сузить область проектных проработок, отбросить явно неэффективные варианты организации компонентов АСНИ. Необходимость анализа эффективности АСНИ требует разработки



системы новых показателей, с помощью которых можно производить оценку ресурсов и их распределения.

Так как задачей настоящего исследования является анализ эффективности на предпроектной стадии, то разрабатываемая система показателей должна быть в значительной мере неизменна к конкретному воплощению системы автоматизации. Такому требованию отвечают безразмерные показатели, на основе которых можно достоверно сузить область допустимых проектных решений АСНИ.

Необходимо также разработать метод, который позволял бы выявить наиболее рациональные способы распределения ресурсов, обеспечивающие повышение эффективности АСНИ. Так как распределяемые в АСНИ ресурсы взаимосвязаны и взаимозависимы, то для их анализа необходимо представить АСНИ системой зависимостей в некоторых координатах, отражающих эти связи. Такие характеристики должны обеспечивать выбор наиболее эффективных вариантов организации структурных компонентов АСНИ.[4]

### **Примеры АСНИ**

Развитие техники микроскопии идет по направлениям повышения качества изображений объектов, автоматизации операций управления микроскопом и автоматизации анализа изображений препарата. Выбор микроскопов на рынке весьма разнообразен, например существуют автоматизированные микроскопы. Их встроенная моторизованная автоматика упрощает выбор условий наблюдения, контролирует перемещение и фокусировку препарата, смену объективов, фильтров, освещения и др. К автоматизированным микроскопам подключаются видеокамера и фрейм-граббер для ввода изображений в компьютер и компьютер, через который они могут управляться. Их программное обеспечение выполняет следующие функции: проход по заданным траекториям, возврат препарата в заданные точки, визуализация траектории просмотра, фиксация изображения поля зрения в базе данных, автофокусировка, управление микроскопом на расстоянии (для телемедицины).[6] АМ могут выполнять характерные для диалоговых систем виды анализов, автоматизируя операции по выбору условий наблюдения, но сохраняя за врачом ответственность за сбор выборки объектов анализа. С помощью АМ можно исследовать большое количество многообразных форм и структур клеток и других биоматериалов, также незаменимый источник получения новой диагностической информации.

К другим примерам АСНИ относятся:

- MathCAD интегрированная система программирования ориентированная на проведение математических, инженерно-технических, статистических и экономических расчетов.

- Система MATLAB область применения : математика и вычисления; вычислительный эксперимент, имитационное моделирование, макетирование; анализ данных; исследование и визуализация результатов; научная графика.
- EPICS- программная среда для разработки и запуска распределенных систем управления для научных и экспериментальных установок, таких, как ускорители частиц, телескопы и других больших установок. Среда EPICS создана с целью разработки больших систем, которые часто включают в себя большое число объединенных в сеть компьютеров. Так же это система управления для экспериментальной физики и промышленности.
- Wolfram Mathematica -программное обеспечение, широко используемое в научных, инженерных и математических областях. Оно может применяться не только для математических вычислений, но и для моделирования и симуляции, визуализации и документации.

### **Заключение**

Таким образом, основные задачи автоматизированных систем научных исследований — это планирование, организация и проведение научного эксперимента и в результате получение точных результатов в минимально короткое время и с наименьшей стоимостью. Итогом работы АСНИ обычно является проверка научных гипотез. Областям техники и науки, имеющим дело с использованием большого количества информации, наиболее эффективно применять именно АСНИ. Они отличаются от других типов автоматизированных систем (АСУ, АСУТП, САПР и т.д.) характером информации, получаемой на выходе системы. Прежде всего это обработанные или обобщенные экспериментальные данные, но главное - полученные на основе этих данных математические модели исследуемых объектов, явлений или процессов.

### **Список литературы**

1. Фомичев Н.И. Автоматизированные системы научных исследований: Ярославль:ЯрГУ,2013-с.3-10
2. Автоматизированные системы научных исследований - [Электронный ресурс].URL:[https://studbooks.net/1386372/menedzhment/avtomatizirovannye\\_sistemy\\_upravleniya](https://studbooks.net/1386372/menedzhment/avtomatizirovannye_sistemy_upravleniya) (дата обращения - 12.10.2019).
3. Музгин С.С. Автоматизированная система научных исследований в горном деле:

Алма-Ата :Наука 2012.-127с

4. Методы и средства анализа эффективности автоматизированных систем научных исследований на предприятиях стадии - [Электронный ресурс].URL: <https://www.dissercat.com/content/metody-i-sredstva-analiza-effektivnosti-avtomatizirovannykh-sistem-nauchnykh-issledovaniy-na> (дата обращения 12.10.2019)

5. Автоматизированная система научных исследований - [Электронный ресурс].URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=578565#text> (дата обращения 11.10.2019)

6. Зачем нужна и сколько стоит автоматизированная микроскопия? - [Электронный ресурс]. URL: <http://masters.donntu.org/2005/kita/kapustina/library/micro.pdf> (дата обращения 11.10.2019)