

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ДНР
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»**

Кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых»

Касьяненко Андрей Леонидович

«ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»

Конспект лекций

ДОНЕЦК 2019

Содержание

Тема 1. Наука, цели науки, задачи научно-исследовательской работы в горном деле.....	3
Тема 2. Методы применяемые в научных исследованиях в горном деле.....	9
Тема 3. Использование статистики и инженерного прогнозирования в научных исследованиях в горном деле.....	11
Тема 4. Горная наука. Предмет, цель и разделы.....	14
Тема 5. Использование математических моделей в горном производстве.....	16
Тема 6. Сетевое планирование при принятии решений в горном деле.....	20
Список рекомендованной литературы.....	27

Тема 1. Наука, цели науки, задачи научно-исследовательской работы.

Наука – это непрерывно развивающаяся система знаний объективных законов природы, общества и мышления, получаемых и превращаемых в непосредственную производительную силу общества в результате специальной деятельности людей.

Нельзя признавать научными те знания, которые получает человек лишь на основе простого наблюдения. Эти знания играют в жизни людей важную роль, но они не раскрывают сущности явлений, взаимосвязи между ними, которая позволила бы объяснить, почему данное явление протекает так или иначе, и предсказать дальнейшее его развитие.

Правильность научного знания определяется не только логикой, но, прежде всего обязательной проверкой его на практике. Научные знания принципиально отличаются от слепой веры, от беспрекословного признания истинным того или иного положения, без какого-либо логического его обоснования и практической проверки. Раскрывая закономерные связи действительности, наука выражает их в абстрактных понятиях и схемах, строго соответствующих этой действительности.

Основным признаком и главной функцией науки является познание **объективного мира**. Наука создана для непосредственного выявления существенных сторон всех явлений природы, общества и мышления.

Цель науки – познание законов развития природы и общества и воздействие на природу на основе использования знаний для получения полезных обществу результатов. Пока соответствующие законы не открыты, человек может лишь описывать явления, собирать, систематизировать факты, но он ничего не может объяснить или предсказать.

Развитие науки идет от **сбора фактов, их изучения и систематизации**, обобщения отдельных закономерностей к связанной, логически стройной системе научных знаний, которая позволяет объяснить уже известные факты и предсказать новые.

Путь познания определяется формулировкой: **от живого созерцания к абстрактному мышлению и от последнего к практике.**

Истины приобретаются тяжелым трудом ученых, а отдельная научная истина может быть важной для одной науки и не иметь никакого значения для другой. Именно поэтому нецелесообразно без тщательного исследования переносить «вполне приличные» истины с одной науки в другую, что без каких-либо предостережений делает огромная армия преподавателей разного пошиба.

В науке истина — это характеристика, обозначающая степень совершенства мысли (представления) либо высказывания, позволяющая считать его познанием или знанием. Истиной также может называться и само знание (само содержание знания) или сама познанная действительность. Противоположными истине понятиями являются понятия лжи и заблуждения. Обычно истиной считается соответствие высказывания или представления некоторому **критерию проверки на истинность**. Истина используется как общая категория, в частности, как религиозное, философское, научное логическое понятие. В науках и философии используются самые

разнообразные критерии истины. В логике, для которой истина является одним из преимущественных предметов изучения, таким критерием считается непротиворечивость и логическая правильность. В некоторых религиях таким критерием зачастую является божественное откровение.

Убеждение — элемент (качество) мировоззрения, придающий личности или социальной группе уверенность в своих взглядах на мир, знаниях и оценках реальной действительности.

Убеждения направляют поведение и волевые действия. Высшая (абсолютная) степень убеждённости, у многих олицетворяет **вера** (уверенность).

Также следует отличать **заблуждение и ложь**. **Заблуждение** - субъективное знание, не соответствующее реальности, но принимаемое за истину. Древние греки думали, что развитие всего мира осуществляется по кругу -это считается сегодня **заблуждением**. **Ложь** - **намеренное искажение действительности**. К примеру, если человек говорит о том, что Земля треугольная, то он сознательно говорит неверную информацию - т.е. ложь.

Факт (лат. factum — свершившееся) — термин, в широком смысле может выступать как синоним истины; событие или результат; реальное, а не вымышленное; конкретное и единичное в противоположность общему и абстрактному.

В философии науки факт — это особое предложение, фиксирующее эмпирическое знание, утверждение или условие, которое может быть верифицировано. Факт противопоставляется теории или гипотезе. **Научная теория описывает и объясняет факты, а также может предсказать новые**. Утверждение, которое не может быть непосредственно подтверждено или опровергнуто, называется **предположением или мнением**.

Аргумент в логике — утверждение (посылка) или группа утверждений (посылок), приводимые в подтверждение (доказательство) другого утверждения (заключения).

Как отличить истину от лжи - вопрос очень сложный. Для этого есть **критерии истины**.

В разделах науки (физике, химии, истории, социологии и др.) **категория истины** обладает двойственной характеристикой. С одной стороны, **истина** и есть цель научного познания, а также **истина** это ценность, обеспечивающая принципиальную возможность научного знания совпадать с объективной реальностью и является решением теоретических и практических задач.

Самый главный среди них - практика. Практика - целенаправленная предметная деятельность по преобразованию действительности. Как распознать, является ли истиной знание о том, что одежда чёрного цвета нагревается сильнее на солнце, нежели белого? Проверить на практике.

Практика - самый точный критерий истины. Однако, не всегда его можно применить. Как, например, на практике можно проверить истину о том, что крещение Руси состоялось в 988 г.?

Для этого существуют иные **критерии истины**:

-**логика**, логическая непротиворечивость. Если информация логичная, непротиворечивая - значит истинная;

- соответствие фундаментальным научным законам (основным законам);

- мнение авторитетных учёных, специалистов. Если многие научные авторитеты подтверждают правоту знания, значит оно скорее всего истинное.

Могут быть приняты и другие **критерии истины**, но все они, как и вышеперечисленные, неточные и иногда приводят к заблуждениям. Для повышения точности определения истины рекомендуется использовать сразу несколько критериев - проверить истину и **практикой** (если это возможно), и посмотреть на её соответствие законам логики, поинтересоваться у авторитетных учёных и т.п.

В **логике**, для которой значение истинности суждений и умозаключений является одним из преимущественных предметов изучения, критерием истинности выступает логическая правильность: относительная полнота формальных аксиоматических систем и абсолютное отсутствие в них противоречий.

Одна из главных **задач логики** — определить, как прийти к выводу из предпосылок (правильное рассуждение) и получить истинное знание о предмете размышления, чтобы глубже разобраться в нюансах изучаемого предмета мысли и его соотношениях с другими аспектами рассматриваемого явления.

В любой науке логика служит одним из основных инструментов.

Для того чтобы доказать **истинность того или иного утверждения**, необходимо каким-то образом проверить его. Средство такой проверки называется **критерием истины** (от греч. kriterion — мерило для оценки).

Основные концепции истины

Концепция истины	Определение истины	Критерий истины
Классическая	Истина есть соответствие мыслей и высказывании действительности	Чувственный опыт и/или ясность и отчетливость
Когерентная	Истина есть согласованность знаний	Согласованность с общей системой знаний
Прагматическая	Истина есть практически полезное знание	Эффективность, практика
Конвенциональная	Истина есть соглашение	Всеобщее согласие

Учеными предложены различные критерии того, как отличить истинное от ложного:

- **Сенсуалисты** опираются на данные чувств и критерием истины считают **чувственный опыт**. По их мнению, реальность существования чего-либо проверяется только чувствами, а не абстрактными теориями.

- **Рационалисты** считают, что чувства способны вводить нас в заблуждение, и видят основы для проверки высказываний в разуме. Для них основным критерием истины выступают **ясность и отчетливость**. Идеальной моделью истинного знания считается математика, где каждый вывод требует четких доказательств.

- Дальнейшее развитие рационализм находит в концепции **когерентности** (от лат. *cohaerentia* — сцепление, связь), согласно которой критерием истины является **согласованность** рассуждений с общей системой знаний. Например, « $2 \times 2 = 4$ » истинно не потому, что совпадает с реальным фактом, а потому, что находится в согласии с системой математических знаний.

- Сторонники **прагматизма** (от греч. *pragma* — дело) считают критерием истины **эффективность** знаний. Истинное знание — это знание проверенное, которое успешно «работает» и позволяет добиться успеха и практической пользы в ежедневных делах.

- В **материализме** критерием истины объявляется **практика** (от греч. *praktikos* — деятельный, активный), взятая в самом широком смысле как всякая развивающаяся общественная деятельность человека по преобразованию себя и мира (от житейского опыта до языка, науки и т.д.). Истинным признается только проверенное практикой и опытом многих поколений утверждение.

- Для сторонников **конвенционализма** (от лат. *convntio* — соглашение) критерием истины является **всеобщее согласие** по поводу утверждений. Например, научной истиной считается то, с чем согласно подавляющее большинство ученых.

Некоторые критерии (согласованность, эффективность, согласие) выходят за пределы классического понимания истины, поэтому говорят о неклассической (соответственно когерентной, прагматической и конвенциональной) трактовке истины. Марксистский принцип практики пытается соединить воедино прагматизм и классическое понимание истины.

Поскольку у каждого критерия истины имеются свои недостатки, все критерии можно рассматривать и как взаимодополняющие. В таком случае истиной однозначно можно назвать только то, что удовлетворяет всем критериям.

Имеются и альтернативные трактовки истинности. Так, **в религии** говорится о сверхразумной истине, основанием которой является Священное Писание. Многие современные течения (например, постмодернизм) вообще отрицают существование какой-либо объективной истины.

Современная наука придерживается классической трактовки **истины** и считает, что истина всегда **объективна** (не зависит от желаний и настроений человека), **конкретна** (не бывает истины «вообще», вне четких условий), **процессуальна** (находится в процессе постоянного развития). Последнее свойство раскрывается в понятиях относительной и абсолютной истины.

По отношению субъекта познания к истине можно выделить следующие виды истин:

- **субъективная истина** - знание, зависящее от мнений, оценок субъекта познания. Например, истина о том, что последствием крещения Руси князем Владимиром в 988 году стало укрепление княжеской власти - истина относительная, ибо включает мнение историков, с которым не все согласны. По поводу субъективной истины возможны множество споров, иных мнений;

- **объективная истина** - знание, не зависящее от познающего субъекта. К примеру, математическая истина $2 + 2 = 4$ не зависит от мнения людей и оспорить эту истину невозможно.

Относительные, субъективные истины преобладают в гуманитарных, социальных науках. **Объективные истины** чаще всего представлены в естественных, математических науках.

1.2. Задачи научно-исследовательской работы

Формой осуществления и развития науки является научное исследование, т. е. изучение с помощью научных методов явлений и процессов, анализ влияния на них различных факторов, а также изучение взаимодействия между явлениями с целью получить убедительно доказанные и полезные для науки и практики решения с максимальным эффектом.

Цель научного исследования — определение конкретного объекта и всестороннее, достоверное изучение его структуры, характеристик, связей на основе разработанных в науке принципов и методов познания, а также получение полезных для деятельности человека результатов, внедрение в производство с дальнейшим эффектом.

Основой разработки каждого научного исследования является методология, т. е. совокупность методов, способов, приемов и их определенная последовательность, принятая при разработке научного исследования. В конечном счете методология — это схема, план решения поставленной научно-исследовательской задачи

Научное исследование должно рассматриваться в непрерывном развитии, базироваться на увязке теории с практикой.

Результаты научных исследований оценивают тем выше, чем выше научность сделанных выводов и обобщений, чем достовернее они и эффективнее. Они должны создавать основу для новых научных разработок.

Одним из важнейших **требований**, предъявляемых к научному исследованию, является научное обобщение, которое позволит установить зависимость и связь между изучаемыми явлениями и процессами и сделать научные выводы. Чем глубже выводы, тем выше научный уровень исследования.

По целевому назначению научные исследования бывают **теоретические и прикладные**.

Теоретические исследования направлены на создание новых принципов. Это обычно фундаментальные исследования. Цель их — расширить знания общества и помочь более глубоко понять законы природы. Такие разработки используют в основном для дальнейшего развития новых теоретических исследований, которые могут быть долгосрочными, бюджетными и др.

Прикладные исследования направлены на создание новых методов, на основе которых разрабатывают новое оборудование, новые машины и материалы, способы производства и организации работ и др. Они должны удовлетворять потребность общества в развитии конкретной отрасли производства. Прикладные

разработки могут быть долгосрочными и краткосрочными, бюджетными или хоздоговорными.

Цель разработки — преобразовать прикладные (или теоретические) исследования в технические приложения. Они не требуют проведения новых научных исследований.

Конечная цель разработок, которые проводятся в опытно-конструкторских бюро (ОКБ), проектных, опытных производствах, — подготовить материал для внедрения.

Исследовательскую работу выполняют в определенной последовательности. Процесс выполнения включает в себя шесть этапов:

- 1) формулирование темы;
- 2) формулирование цели и задач исследования;
- 3) теоретические исследования;
- 4) экспериментальные исследования;
- 5) анализ и оформление научных исследований;
- 6) внедрение и эффективность научных исследований.

Каждое научное исследование имеет тему. Темой могут быть различные вопросы науки и техники. Обоснование темы — это важный этап в разработке научного исследования.

Научные исследования классифицируют по различным признакам:

а) по видам связи с общественным производством — научные исследования, направленные на создание новых процессов, машин, конструкций и т. д., полностью используемых для повышения эффективности производства; научные исследования, направленные на улучшение производственных отношений, повышение уровня организации производства без создания новых средств труда; теоретические работы в области общественных, гуманитарных и других наук, которые используются для совершенствования общественных отношений, повышения уровня духовной жизни людей и др.;

б) по степени важности для народного хозяйства — работы, выполняемые по заданию министерств и ведомств; исследования, выполняемые по плану (по инициативе) научно-исследовательских организаций;

в) в зависимости от источников финансирования — госбюджетные, финансируемые из средств государственного бюджета; хоздоговорные, финансируемые в соответствии с заключаемыми договорами между организациями-заказчиками, которые используют научные исследования в данной отрасли, и организациями, которые выполняют исследования;

г) по длительности разработки: долгосрочные, разрабатываемые в течение нескольких лет; краткосрочные, выполняемые обычно за один год.

Тема 2. Методы применяемые в научных исследованиях.

Наука включает в себя также **методы исследования**. Под методом понимают способ теоретического исследования или практического осуществления какого-либо явления или процесса. **Метод** – это инструмент для решения главной задачи науки – открытия объективных законов действительности. Метод определяет необходимость и место применения **индукции и дедукции, анализа и синтеза**, сравнения **теоретических и экспериментальных исследований**.

Научный метод – совокупность основных способов получения новых знаний и методов решения задач в рамках любой науки. Метод включает в себя способы исследования феноменов, систематизацию, корректировку новых и полученных ранее знаний. Умозаключения и выводы делаются с помощью правил и принципов рассуждения на основе эмпирических (наблюдаемых и измеряемых) данных об объекте. Базой получения данных являются наблюдения и эксперименты. Для объяснения наблюдаемых фактов выдвигаются гипотезы и строятся теории, на основании которых в свою очередь строится математическое описание — модель изучаемого объекта.

Важной стороной **научного метода**, его неотъемлемой частью для любой науки, является требование объективности, исключающее субъективное толкование результатов. Не должны приниматься на веру какие-либо утверждения, даже если они исходят от авторитетных учёных. Для обеспечения независимой проверки проводится документирование наблюдений, обеспечивается доступность для других учёных всех исходных данных, методик и результатов исследований. Это позволяет не только получить дополнительное подтверждение путём воспроизведения экспериментов, но и критически оценить степень адекватности (валидности) экспериментов и результатов по отношению к проверяемой теории.

Эмпирические методы познания играют большую роль в научном исследовании. Они не только являются основой для подкрепления теоретических предпосылок, но часто составляют предмет нового открытия, научного исследования.

Теоретические методы направлены на изучение и выявление причин, связей, зависимостей, позволяющих установить поведение объекта, определить и изучить его структуру, характеристику на основе разработанных в науке принципов и методов познания. В результате полученных знаний формулируют законы, разрабатывают теорию, проверяют факты и др.

Наблюдение – это метод познания, при котором объект изучают без вмешательства в него; фиксируют, измеряют лишь свойства объекта, характер его изменения.

Эксперимент – это наиболее общий эмпирический метод познания, в котором производят не только наблюдения и измерения, но и осуществляют перестановку, изменения объекта, исследования и т. д. В этом методе можно выявить влияние одного фактора на другой.

Дедуктивный – это такой способ исследования, при котором частные положения выводятся из общих.

Индуктивный – это такой способ исследований, при котором по частным фактам и явлениям устанавливаются общие принципы и законы. Данный способ применяют в теоретических исследованиях. Так, Д.И. Менделеев, используя частные факты о химических элементах, сформулировал закон, известный под названием «периодический».

При теоретических исследованиях используют как индукцию, так и дедукцию. Обосновывая гипотезу научного исследования, устанавливают ее соответствие общим законам диалектики и естествознания (дедукция). В то же время гипотезу формулируют на основе частных фактов (индукция). Особую роль в теоретических исследованиях играют способы анализа и синтеза.

Анализ – это способ научного исследования, при котором явление расчленяется на отдельные части.

Синтез – противоположный анализу способ научного исследования, заключающийся в исследовании явления в целом, на основе объединения связанных друг с другом элементов в единое целое. Синтез позволяет обобщать понятия, законы, теории, информации, глубины ее творческого анализа, стройности и целенаправленности методологических выводов по результатам анализа, четко сформулированных целей и задач исследования, опыта и эрудиции научного работника.

Аналитические методы исследования (элементарная математика, дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление и другие разделы высшей математики), используемые для изучения непрерывных детерминированных процессов.

Вероятностно-статистические методы исследования (статистика и теория вероятностей, дисперсионный и корреляционный анализы, теория надежности, метод Монте-Карло и др.) для изучения случайных процессов – дискретных и непрерывных.

Любая **научная теория**, объясняя характер тех или иных процессов действительности, всегда связана с определенным частным методом исследования. Опираясь на общие и частные методы исследования, ученый получает ответ на то, с чего надо начинать исследования, как относиться к фактам, как обобщать, каким путем идти к выводам.

Когда ученые не располагают достаточным фактическим материалом, то в качестве средства достижения научных результатов они используют **гипотезы** – научно обоснованные предположения, выдвигаемые для объяснения какого-либо процесса, которые после проверки могут оказаться истинными или ложными. **Гипотеза** часто выступает как первоначальная формулировка, черновой вариант открываемых законов.

От ученого (исследователя) зависит корректность обработки и анализа полученных результатов измерений, которые определяются математической, физической и **нравственной** (ответственной) культурой **исследователя**.

Тема 3. Использование статистики и инженерного прогнозирования в научных исследованиях.

Для создания высококачественного изделия на высоком техническом уровне, необходимо внести в задание на его разработку «опережающие» показатели, являющиеся результатом научного прогноза.

Различают прогнозы отдельных направлений техники и уровней конкретных разработок. Наибольшее внимание ученых сосредоточено на первом виде прогноза. Прогноз отдельного направления техники должен в общем случае отражать:

Достигнутый мировой уровень науки и техники и уровень внутри данной страны, а также тенденции его развития.

Оценку возможности применения новых научных результатов с учетом уровневых связей, развития техники и межотраслевого уровня развития науки и объема выделенных инвестиций, подготовки кадров, возможностей научно-технического сотрудничества.

Определение вариантов развития данных направления техники, а также мер, необходимых для их реализации, с учетом измененных условий, ожидаемых за период осуществления прогноза.

Вопросы научного прогнозирования в равной степени привлекают внимание, как отечественных, так и зарубежных специалистов. Особое значение приобретает прогнозирование в условиях, когда на технический прогресс накладывает отпечаток конкурентная борьба за получение превосходства и максимальной прибыли.

Наиболее распространенными видами прогнозов являются:

1) демографические прогнозы, т.е. предвещание естественного движения населения, рождаемости, смертности, территориального распределения.

2) социальные прогнозы структуры населения, отношений, собственности, изменений в общественной, групповой и индивидуальной психологии, в рамках общественного сознания и быта;

3) научно-технические прогнозы перспектив развития функциональных исследований, возможной скорости, направлений и результатов практического использования достижений науки и техники;

4) прогнозы освоения природных ресурсов, экономических и социальных последствий технического освоения;

5) экономические прогнозы, включающие прогнозы основных показателей воспроизводства, отраслевой и территориальной структуры производства, процессов, воспроизводства основных фондов, трудовых ресурсов, инноваций, инвестиций и др.

6) внешнеэкономические прогнозы.

На предпроектной стадии создания новой техники должна осуществляться разработка многовариантного технического прогноза, представляющего собой информацию о возможной технической реализации и сроках достижения выявленной цели. Для этого используются **поисковое и нормативное прогнозирование**, обеспечивающее перспективную оценку потребительских свойств новой продукции и всех видов затрат на воплощение этих технических идей в практику.

Содержанием поискового научно-технического прогноза является определение возможных состояний объекта прогнозирования в будущем и вероятных сроков достижения намеченных значений. Поисковый прогноз уровня потребительских свойств технических решений как бы зондирует будущее, основываясь на информации о прошлом и настоящем состоянии технического уровня изделий-аналогов. Поисковое прогнозирование осуществляется, как правило, на основе использования формализованных (фактографических) или экспертных методов.

Формализованные (фактографические) методы прогнозирования основываются на использовании фактографической информации, т.е. зафиксированной в какой-либо документированной форме.

По принципу получения и способу обработки фактографической информации формализованные методы поискового прогнозирования можно подразделить на группы статистических и опережающих методов.

Статистические методы поискового прогнозирования основаны на использовании статистической ретроспективной информации, т.е. информации об аналогах разрабатываемой новой продукции. Основным принципом разработки поискового прогноза с помощью статистических методов является экстраполяция.

Прогнозная экстраполяция основана на процедуре математической экстраполяции, при которой выбор аппроксимирующей функции (т.е. функции аналитически описывающей «поведение» объекта на ретроспективном участке) осуществляется с учетом условий и ограничений развития объекта прогнозирования.

Методы статистического поискового прогнозирования базируются в основном на теории случайных процессов и включают построение регрессионных моделей, факторный анализ, метод огибающих кривых и другие методы перспективной оценки альтернативных вариантов новой продукции.

Регрессионная прогнозная модель представляет собой уравнение регрессии, которое показывает, как изменяется случайная переменная (например, технический уровень продукции) в зависимости от изменения одной или нескольких неслучайных величин (например, потребность в продукции, технико-экономический уровень производства). Независимые переменные (неслучайные величины) в уравнении регрессии называются факторами, а зависимая переменная (случайная величина) – признаком.

Связь факторов с признаком в уравнении регрессии может быть как функциональной, т.е. однозначной, так и не однозначной, т.е. вероятностной. Степень связи между факторами и признаками оценивается с помощью коэффициента корреляции и корреляционных отношений, которые указывают степень случайности такой связи.

Факторные (компонентные) модели прогнозирования предполагают статистический анализ компонентов структуры объекта с целью исключения из рассмотрения малозначущих переменных и минимизации размерности описания. Использование факторного анализа в прогнозах развития сложных систем направлено на выявление обобщенных характеристик объекта, содержащего множество случайных величин с целью повышения степени агрегатированности исследования.

Этот метод позволяет существенно уменьшить число элементов анализа, но ввиду достаточной сложности пока имеет ограниченную сферу применения. Факторный анализ может использоваться в сочетании с моделями регрессионного анализа. В этом случае строится зависимость комплексного показателя качества или технического уровня прогнозируемой системы от совокупности главных факторов, полученных путем факторного анализа. Существует ряд преимуществ использования таких факторно-регрессионных моделей, одним из основных при этом следует считать исключение мультиколлинеарности за счет ортогональности главных факторов.

Процедура прогнозирования на основе **методов распознавания** образов состоит в том, что выбираются классы состояний исследуемых объектов, которые могут быть заданы диапазонами изменения некоторых свойств, т. е. определенными качественными характеристиками. По совокупности признаков, определяющих состояние объектов, находится принадлежность каждого нового объекта (вновь разрабатываемой продукции, перспективного состояния модернизируемого изделия в будущем и т. д.) к определенному классу (таксону). Выявленные тенденции динамики таксона позволяют прогнозировать состояние объекта, указать диапазон изменения его параметров, т. е. его технический уровень.

Опережающие методы прогнозирования основаны на использовании свойства научно-технической информации опережать реализацию научно-технических достижений в производстве. В статистических методах используется информация о периоде ретроспекции, а в опережающих методах непосредственно информации о периоде учреждения.

Опережающие методы прогнозирования основаны на следующих предпосылках:

- неразрывной связи между динамикой объема научно-технической информации и научно-техническом прогрессе;
- научно-техническая информация опережает внедрение результатов в практику на некоторый отрезок времени, зависящий от определенного этапа развития научно-технического прогресса;
- результаты, полученные опережающими методами, тем достовернее, чем полнее исходная информация.

Основными источниками информации для опережающих методов служат патентная и патентно-ассоциируемая документация: патенты, лицензии, коммерческая информация - каталоги, проспекты, рекламные сообщения и др. Ретроспективная обработка приведенных источников информации дает возможность анализа динамики патентования с последующим выявлением точек перегиба, пиков, спадов, зон насыщения и т.д. Результаты анализа используются для прогнозов периодов внедрения технического решения в промышленное производство, для оценки технического уровня и качества разрабатываемой продукции и оценки перспективности различных направлений техники. К опережающим методам можно отнести: метод аналогий, методику инженерного прогнозирования и др.

Этап **поискового прогнозирования** должен завершаться оценкой затрат и ресурсов для реализации полученных прогнозных вариантов, т.е. этапов нормативного прогнозирования.

Тема 4. Горная наука. Предмет, цель и разделы.

Горная наука (Г. н.) - совокупность знаний о природных условиях залегания месторождений полезных ископаемых и физических явлениях, происходящих в толще горных пород в связи с проведением выработок, а также о технологии добычи и обогащения полезных ископаемых и организации производства, обеспечивающей безопасную и экономичную разработку месторождений.

Предмет Г. н. — процессы разработки полезных ископаемых в их развитии и взаимосвязи с сопутствующими им природными явлениями, т. е. условиями фактического их осуществления.

Цель Г. н. — раскрытие закономерностей и научное объяснение явлений и процессов, происходящих при разработке полезных ископаемых, для усовершенствования техники и экономики горного производства.

Производственная деятельность человека (проведение горных выработок, осушение, производство взрывных работ, упрочнение пород и др.) приводит к нарушению равновесного состояния массива пород, в результате которого и возникают следующие **горно-геомеханические явления и процессы**:

- 1) изменение величин и направления напряжений;
- 2) упругие и неупругие деформации массива и слагающих его пород;
- 3) разрушение отдельных участков массива с превращением его в несвязную сыпучую или дискретную блочную среду;
- 4) обрушение и перемещение разрушенных пород.

Указанные процессы изменения напряженно-деформированного состояния горного массива продолжают во времени и пространстве до тех пор, пока не достигается его новое статическое равновесие.

Проведение других выработок рядом с пройденной вызывает изменение и повышение напряжений в массиве и ведет к увеличению зон деформаций и разрушения, а также смещений и давления на крепь. Поэтому важной задачей исследований является установление размеров и количественных показателей зон взаимного влияния выработок в зависимости от расстояния между ними, их размерами, расположением относительно друг друга и инженерных воздействий на массив в различных условиях.

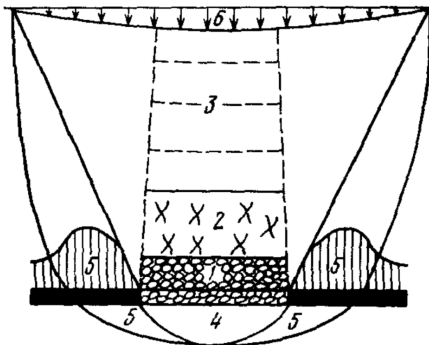


Рис. 2. Характер деформирования массива горных пород вблизи очистной выработки:

1 — зона обрушения; 2 — зона интенсивной трещиноватости; 3 — зона сдвижения; 4 — зона разгрузки; 5 — зона опорного давления; б — муфта сдвижения на поверхности

Особенно большое влияние на изменение напряженного состояния массива оказывают очистные выработки, размеры которых могут в несколько раз превышать глубину их залегания. Горногеомеханические процессы и явления показывают, что возможность возникновения, характер и интенсивность их протекания зависят от совокупности следующих **факторов**:

- 1) исходного напряженного состояния массива;
- 2) формы, размеров, взаимного расположения и близости к земной поверхности горных выработок различного назначения;

3) инженерных физико-механических воздействий на массив, сооружаемых в нем выработок

4) взаимодействующих с массивом сооружений и природных объектов.

Для научно обоснованного и эффективного решения задач разработки полезных ископаемых и строительства подземных сооружений необходимо установление для различных массивов горных пород многофакторных зависимостей горногеомеханических процессов и явлений от способов и средств их воздействия на массив.

По характеру и скорости действия проявления горного давления могут быть разделены на две группы:

1) **медленно протекающие (статические) процессы**, к ним относят процессы изменения поля напряжений и деформирования, разрушения, обрушения, сдвигения массива и земной поверхности, а также взаимодействия массива с инженерными сооружениями.

2) **динамические процессы**, для их характерно изменение с большой скоростью напряженного состояния массива. Это горные удары, выбросы угля, породы и газа, прорывы воды и глин, внезапные обрушения и осадки участков массива в выработанное пространство.

Таким образом, при разработке полезных ископаемых и строительстве подземных сооружений в результате нарушения исходного напряженного состояния массива пород возникает комплекс механических и физических процессов и явлений, объединяемых термином — **проявления горного давления**.

Задачи, решаемые в горном деле, заключаются в установлении условий возникновения различных горногеомеханических процессов и явлений, закономерностей их протекания, а также возможностей и количественных показателей влияния на процессы различных инженерных воздействий, с использованием методов прогнозирования и расчета проявлений горного давления, сдвигения массива и деформаций земной поверхности.

Решение данных задач позволит определить для конкретных условий наиболее рациональные способы, средства и параметры управления различными геомеханическими процессами и явлениями и сделать выбор:

1) расположения вскрывающих, подготовительных и очистных выработок в массиве и относительно других выработок, при которых проявления горного давления минимальны и не создают препятствий эффективной разработке полезного ископаемого;

2) способов охраны и защиты выработок, сооружений и объектов от вредного воздействия других выработок, особенно очистных;

3) способов, средств и параметров крепления выработок, обеспечивающих их рабочее состояние в течение всего срока службы;

4) способов, средств и параметров активного воздействия на механическое или напряженное состояние массива и других инженерных средств, предотвращающих динамические явления и снижающих интенсивность горного давления, сдвигения массива и деформации земной поверхности.

Создание или предотвращение **предельных состояний** должно происходить в определенных местах и только в определенные моменты или периоды времени. **Предельные состояния** необходимо в тех случаях, когда требуется разрушить определенный элемент массива (например, обрушить кровлю), вызвать образование трещин и дегазировать угольный пласт, обеспечить отжим полезного ископаемого и др. **Предотвратить предельные состояния** необходимо в тех случаях, когда требуется сохранить устойчивость, например, кровли, подошвы или боков подземной выработки, откосов бортов открытой выработки, элементов наземных или подземных сооружений.

Таким образом, **управление горномеханическими** процессами направлено преимущественно на создание или предотвращение **предельного состояния** в элементах массива горных пород, инженерных сооружениях и природных объектах.

Например, обрушение кровли в лаве должно производиться через установленный шаг посадки. Капитальная выработка должна поддерживаться в устойчивом состоянии годы и даже десятилетия до отработки обслуживаемого ею шахтного поля. Угольный пласт, опасный по горным ударам, делается безопасным в результате предварительной отработки защитного пласта с таким расчетом, чтобы он был разгружен к моменту его разработки и не успел еще восстановить удароопасность. Одним словом, система управления механическими процессами, горным давлением должна гарантировать создание требуемого напряженно-деформированного (в частности, предельного) состояния массива в назначенном месте и в назначенное время.

Также задачи горной геомеханики в зависимости от конкретной обстановки и практического использования результатов решают **в статической, реологической или динамической** постановках. Например, в одной и той же задаче определения влияния очистных работ на устойчивость выработки при ее надработке движущимся очистным забоем это влияние допустимо рассматривать как единовременный акт; при длительной остановке забоя над выработкой следует учитывать изменение во времени как напряжений опорного давления, так и механических свойств массива.

Тема 5. Использование математических моделей в горном производстве.

Массивы горных пород состоят из комплексов слоев (блоков), существенно различающихся по механическим свойствам, разделенных различными поверхностями природной трещиноватости с разными сцеплением и трением по этим поверхностям. Поэтому определение фактических свойств массива для большинства задач возможно лишь при использовании косвенных методов на основе определения свойств слагающих его пород и интегральной оценки влияния на них трещиноватости.

котором происходит оползень), так как это приводит к недопустимым нарушениям безопасности горных работ или экономическому ущербу.

Качество **экспериментальных исследований** будет более высоким, если методика их постановки и проведения отвечает следующим требованиям в части представительности и надежности получения результатов, которые определяются:

представительностью выбора объектов исследований и их типичностью для решаемой задачи;

достоверной оценкой объекта как механической среды и системы;

проведением необходимого объема исследований;

достоверностью определяемых количественных параметров геомеханических процессов.

Кроме того, необходимо выполнение ряда требований к выбору методов в **теоретических исследованиях** для достоверного решения, в первую очередь в соответствии с основными характеристиками реальных горных массивов и особенностями горногеомеханических процессов и явлений — к выбору данных условий в **математической модели**.

Принятие решений при планировании и управлении горным производством, как правило, требует привлечения специального математического аппарата. Математические методы условно делят на два класса: вероятностные и детерминированные. К вероятностным методам относятся регрессионный анализ, различные методы прогнозирования, теория игр, теория принятия решений, имитационное моделирование и др.; к детерминированным - матричные методы, линейное и нелинейное программирование, потоки в сетях, и др.

Практическое использование математических моделей реальной размерности, как правило, требует решения задач на компьютере. Традиционная математическая подготовка специалиста была ориентирована на проведение расчетов вручную, что требовало больших затрат времени. Но теперь, в связи с переходом на двухуровневую систему образования, необходимо научить студентов решать задачи оптимизации более эффективно и с меньшими затратами времени. Такую возможность дают не только специализированные математические программы, такие как MatLab, Mathcad, Maple, Stastistica и др., но и программы общего назначения, такие как Excel, Calc и др.

Освоение специальных программ - достаточно трудоемкая задача. Тем более что фактически все они нерусифицированы. В то же время табличный процессор Excel намного легче в освоении, и его современная версия позволяет решать большое количество оптимизационных математических задач.

При формальной постановке задачи математического программирования основными понятиями являются инструментальные переменные, допустимое множество и целевая функция.

Задачи математического программирования можно разделить на группы в зависимости от характера целевой функции и типа ограничений, накладываемых на переменные. Метод поиска экстремума функции одной или нескольких переменных из области допустимых значений выбирают исходя из стратегии оптимизации.

Для задач математического программирования конечный алгоритм решения должен обеспечивать отыскание глобального оптимума или указывать на его

отсутствие за конечное число шагов. Из-за большой размерности реальных задач преобладают стратегии последовательного поиска – как единственно возможный путь достижения результата

Таблица - Классификация задач математического программирования

Группа задач	Целевая функция	Ограничения	Методы решения
1	Аналитически определена	Область допустимых значений, заданная ограниченными интервалами изменения переменных	Метод исключения интервалов, градиентный метод и т.д.
	Статистически определена		Стохастические методы поиска экстремума
	Не определена		Статистические методы планирования экстремальных экспериментов
2	Линейная	Линейные уравнения и неравенства	Методы линейного программирования
3	Линейная	Линейные уравнения и неравенства, дополненные условиями целочисленности	Методы целочисленного программирования
4	Нелинейная дифференцируемая на всем интервале изменения переменных	Нелинейные уравнения, дифференцируемые на всем интервале изменения переменных	Метод неопределенных множителей Лагранжа
5	Квадратичная	Линейные уравнения и неравенства	Методы квадратичного программирования
6	Сепарабельная (сумма функций одной переменной)	Сепарабельные функции в ограничениях равенствах или неравенствах	Кусочно-линейная аппроксимация
7	Нелинейная	Линейные или нелинейные	Градиентные методы
8	Сепарабельная	Сепарабельные одноили двусторонние ограничения, целочисленные или непрерывные переменные	Методы динамического программирования

Принято выделять три основных вида общей задачи математического программирования: каноническая задача математического программирования, задача нелинейного программирования и задача линейного программирования.

Отдельными классами задач математического программирования являются задачи целочисленного, параметрического и дробно-линейного программирования.

Тема 6. Сетевое планирование при принятии решений

Сетевое планирование – это одна из форм графического отображения содержания работ и продолжительности выполнения стратегических планов и долгосрочных комплексов проектных, плановых, организационных и других видов деятельности предприятия. Наряду с линейными графиками и табличными расчетами сетевые методы планирования находят широкое применение при разработке перспективных планов и моделей создания сложных производственных систем и других объектов долгосрочного использования. Сетевые планы работ предприятий по созданию новой конкурентоспособной продукции содержат не только общую длительность всего комплекса проектно-производственной и финансово-экономической деятельности, но и продолжительность и последовательность осуществления отдельных процессов или этапов, а также потребность необходимых экономических ресурсов.

Впервые планы-графики выполнения производственных процессов были применены на американских фермах Г. Гантом. На линейных или ленточных графиках по горизонтальной оси в выбранном масштабе времени откладывается продолжительность работ по всем стадиям, этапам производства. Содержание циклов работ изображается по вертикальной оси с необходимой степенью их расчленения на отдельные части или элементы. Цикловые или линейные графики обычно применяются на отечественных предприятиях в процессе краткосрочного или оперативного планирования производственной деятельности. Основным недостатком таких планов-графиков является отсутствие возможности тесной взаимосвязи отдельных работ в единую производственную систему или общий процесс достижения запланированных конечных целей предприятия.

В отличие от линейных графиков сетевое планирование служит основой экономических и математических расчетов, графических и аналитических вычислений, организационных и управленческих решений, оперативных и стратегических планов, обеспечивающих не только изображение, но и моделирование, анализ и оптимизацию проектов выполнения технических объектов и конструкторских разработок и т.д. Под сетевым планированием понимают графическое изображение определенного комплекса выполняемых работ, отражающее их логическую последовательность, существующую взаимосвязь и планируемую продолжительность, и обеспечивающее последующую оптимизацию разработанного графика на основе экономико-математических методов и компьютерной техники с целью его использования для текущего управления ходом работ. Сетевая модель комплекса называется ориентированным графом. Он представляет множество соединенных между собой элементов для описания технологической зависимости отдельных работ и этапов предстоящих проектов. Сетевые модели или графики переназначены для проектирования сложных производственных объектов, экономических систем и всевозможных работ, состоящих из большого числа различных элементов. Для простых работ обычно используют линейные или цикловые графики.

Сетевые графики служат не только для планирования разнообразных долгосрочных работ, но и их координации между руководителями и исполнителями проектов, а также для определения необходимых производственных проектов, а также для определения необходимых производственных ресурсов и их рационального использования.

В основе сетевого моделирования лежит изображение планируемого комплекса работ в виде ориентированного графа. Граф-это условная схема, состоящая из заданных точек (вершин), соединенных между собой определенной системой линий. Отрезки, соединяющие вершины, называются ребрами (дугами) графа. Ориентированным считается такой граф, на котором стрелками указаны направления всех его ребер, или дуг. Графы носят название карт, лабиринтов, сетей и диаграмм. Исследование этих схем проводится методами теории, получившей название «теории графов». Она оперирует такими понятиями, как пути, контуры и др. Путь-это последовательность дуг, или работ, когда конец каждого предыдущего отрезка совпадает с началом предыдущего. Контур означает такой конечный путь, у которого начальная вершина или событие совпадает с завершающим, конечным. Другими словами, сетевой график - это ориентированный граф без контуров, дуги, или ребра, которого имеют одну либо несколько числовых характеристик. На графике ребрами считаются работы, а вершинами - события.

Работами называются любые производственные процессы или иные действия, приводящие к достижению определенных результатов, событий. Работой следует считать и возможное ожидание начала последующих процессов, связанное с перерывами или дополнительными затратами времени. Работа-ожидание требует обычно затрат рабочего времени без использования ресурсов. Кроме действительных работ и работ-ожиданий, существуют фиктивные работы или зависимости. Фиктивной работой считается логическая связь или зависимость между какими-то конечными процессами или событиями, не требующая затрат времени. На графике фиктивная работа изображается пунктирной линией.

Событиями считаются конечные результаты предшествующих работ. Событие фиксирует факт выполнения работы, конкретизирует процесс планирования, исключает возможность различного толкования итогов выполнения различных процессов и работ. В отличие от работы, как правило, имеющей свою продолжительность во времени, событие представляет только момент свершения планируемого действия, например, цель выбрана, план составлен, товар произведен, продукция оплачена, деньги поступили и т.д. События бывают начальными и исходными, конечными и завершающими, простыми или сложными, также промежуточными, предшествующими или последующими т.д.

Существует три основных способа изображения и работ на сетевых графиках: вершины-работы, вершины-события и смешанные сети.

В сети типа вершины-работы все процессы или действия представлены в виде следующих один за другим прямоугольников, связанных логическими зависимостями (рис. 1).

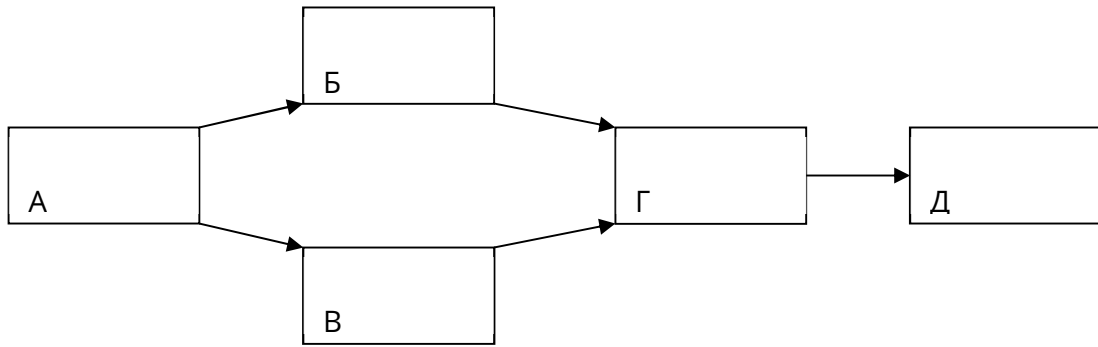


Рис.1 – Сеть типа «вершины-работы»

Как видно из сетевого графика, на нем изображена простая модель, или сеть, состоящая из пяти взаимосвязанных работ: А, Б, В, Г, Д. Исходной, или начальной, является работа А, за которой следуют промежуточные работы – Б, В и Г и далее завершающая работа Д.

В сетях типа вершины-события все работы или действия представлены стрелками, а события – кружками (рис.2)

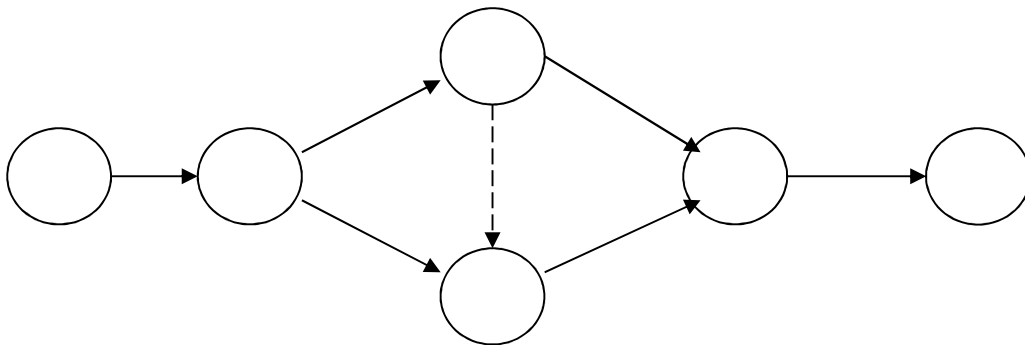


Рис.2 – Сеть типа «вершины-события»

На этом сетевом графике отражен простой производственный процесс, включающий шесть взаимосвязанных событий: 0, 1, 2, 3, 4 и 5. Начальным в данном случае является нулевое событие, завершающим – пятое, все остальные – промежуточные. Между каждым из двух событий заключено по одной действительной работе, изображенной в виде сплошной линии-стрелки. События 2 и 3 соединены между собой фиктивной работой, которая означает наличие между ними временной зависимости или логической связи. Иными словами, событие 3 не может быть завершено до окончания работы 2.

В практике сетевого планирования на отечественных предприятиях более широкое распространение получили модели типа вершины-события (рис.2) Однако в настоящее время на многих американских фирмах стали также применяться сети типа вершины-работы (рис.1). Основное их преимущество заключается в следующем.

1) Работа в таких сетевых моделях выглядит более естественной, так как представляет собой схематично рабочее место исполнителя или специалиста.

2) Графическое изображение сетевой модели также представляется более удобным, поскольку имеется возможность нарисовать вначале все работы, а затем расставлять необходимые логические зависимости.

3) Написание прикладных программ для данных сетей тоже является более простым и менее трудоемким видом деятельности.

4) Сетевые графики типа вершины-работы более адаптированы к существующим в управлении проектами стандартам.

Во всех сетевых графиках важным показателем служит путь, определяющий последовательность работ или событий, в которой конечный процесс, или результат, одной стадии совпадает с начальным показателем следующей за ней другой фазы. В любом графике принято различать несколько путей:

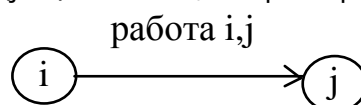
- полный путь от исходного до завершающего события;
- путь, предшествующий данному событию от начального;
- путь, следующий за данным событием до завершающего;
- путь между несколькими событиями;
- критический путь от исходного до конечного события максимальной продолжительности.

Сетевые модели могут быть весьма разнообразны как по организационной структуре производственной системы, так и по назначению сетевых графиков, а также используемым нормативным данным и средствам обработки информации. По организационной структуре различают внутрифирменные или отраслевые модели сетевого планирования, по назначению – единичного и постоянного действия. Сетевые модели бывают детерминированных сетевых графиках все работы стратегического проекта, их продолжительность и взаимосвязь, а также требования к ожидаемым результатам являются заранее определенными. В вероятностных моделях многие процессы носят случайный характер. В смешанных сетях одна часть работ является определенной, а другая – неопределенной. Модели могут быть одноцелевые и многоцелевые.

При построении сетевых графиков необходимо учитывать все существующие реальные условия и конкретные характеристики работ на каждом предприятии.

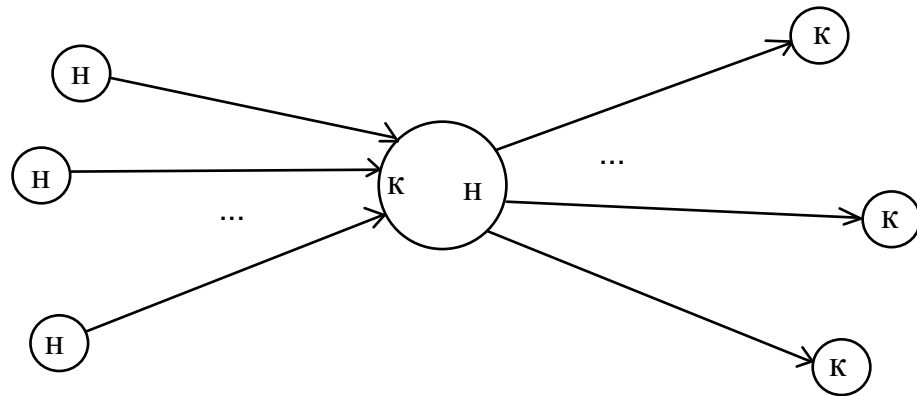
Событие - момент времени, когда завершаются одни работы и начинаются другие. Событие представляет собой результат проведенных работ и, в отличие от работ, не имеет протяженности во времени. Например, фундамент залит бетоном, старение отливок завершено, комплектующие поставлены, отчеты сданы и т.д.

Таким образом, начало и окончание любой работы описываются парой событий, которые называются *начальным* и *конечным* событиями. Поэтому для идентификации конкретной работы используют код работы (i,j), состоящий из номеров начального (i-го) и конечного (j-го) событий, например (2,4); 3-8; 9,10.

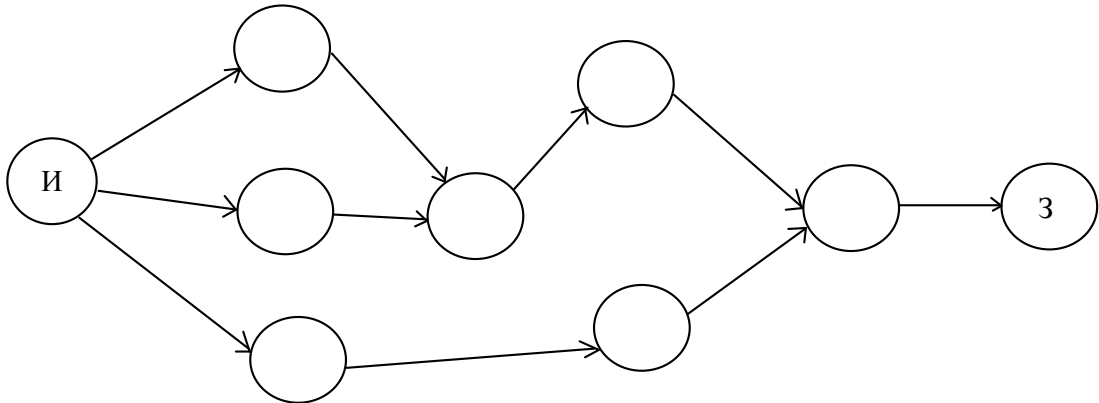


На этапе структурного планирования взаимосвязь работ и событий изображаются с помощью сетевого графика, где работы изображаются стрелками, которые соединяют вершины, изображающие события. Работы, выходящие из

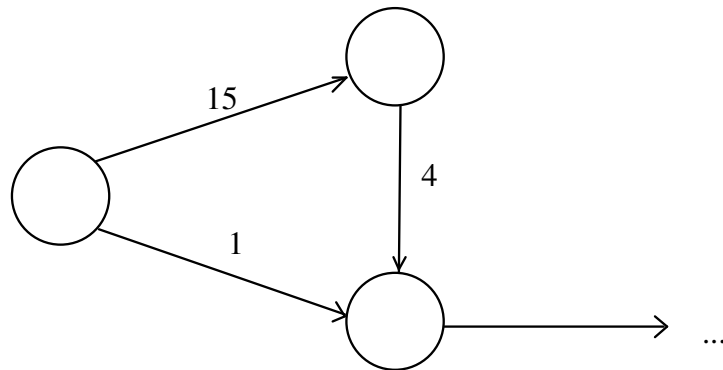
некоторого события не могут начаться, пока не будут завершены все операции, входящие в это событие.



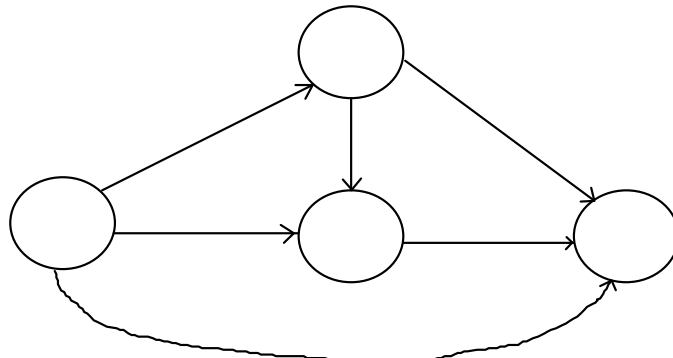
Событие, не имеющее предшествующих ему событий, т.е. с которого начинается проект, называют *исходным*, событие, которое не имеет последующих событий и отражает конечную цель проекта, называется *завершающим*.



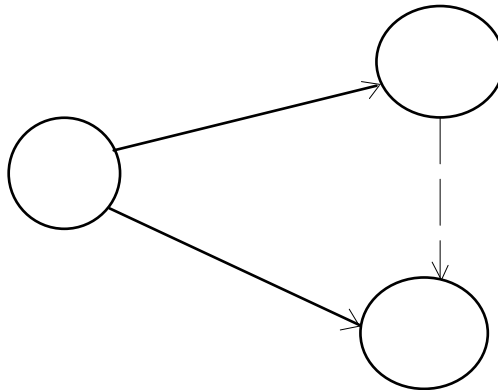
При построении сетевого графа необходимо следовать следующим правилам:
 - длина стрелки не зависит от времени выполнения работы;



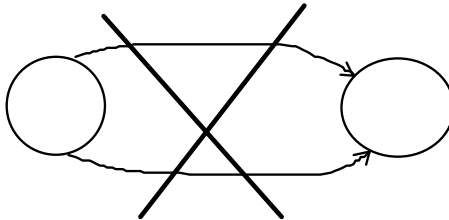
- стрелка не обязательно должна представлять прямолинейный отрезок;



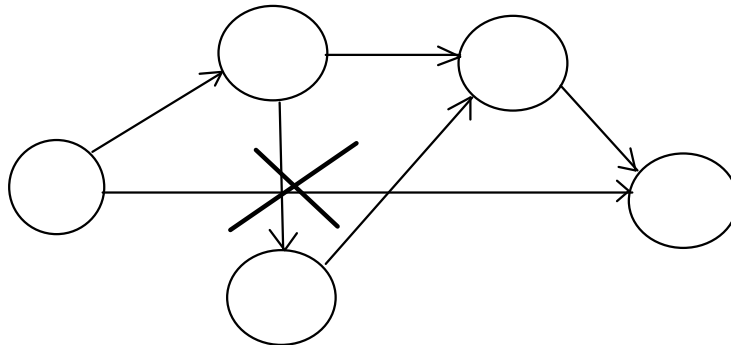
- для действительных работ используются сплошные, а для фиктивных - пунктирные стрелки;



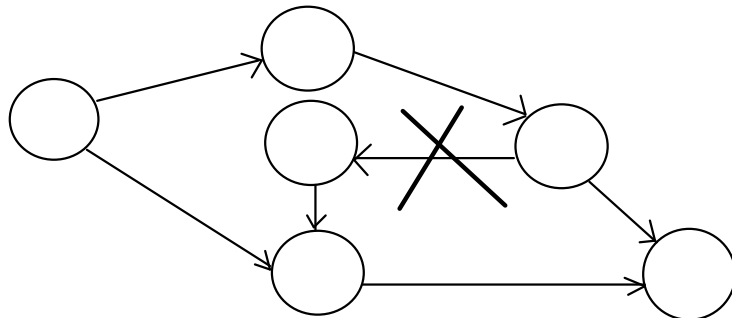
- каждая операция должна быть представлена только одной стрелкой;
- не должно быть параллельных работ между одними и теми же событиями, для избежания такой ситуации используют фиктивные работы;



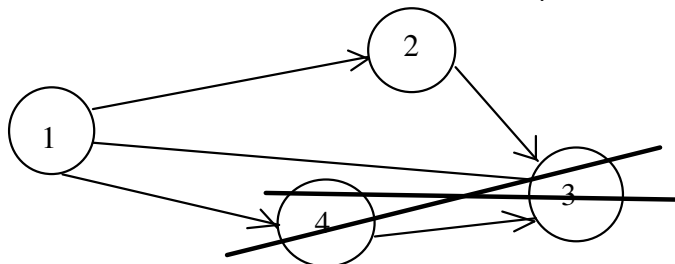
- следует избегать пересечения стрелок;



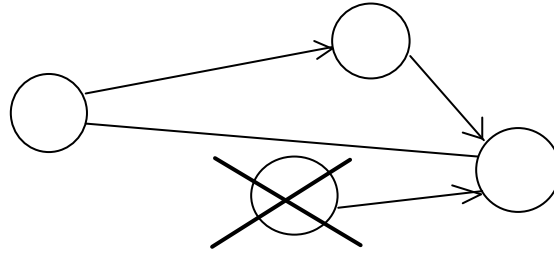
+ не должно быть стрелок, направленных справа налево;



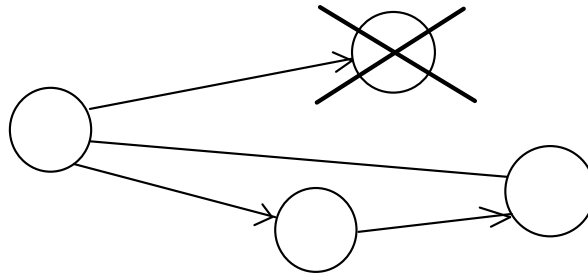
- номер начального события должен быть меньше номера конечного события;



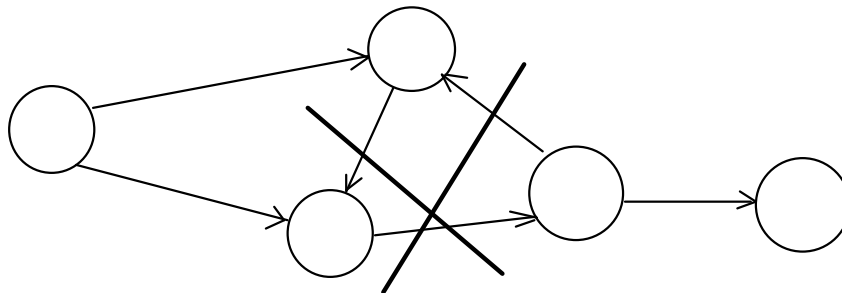
- не должно быть висячих событий, кроме исходного;



- не должно быть тупиковых событий, кроме завершающего;



- не должно быть циклов.



Поскольку работы, входящие в проект могут быть логически связаны друг с другом, то необходимо всегда перед построением сетевого графика дать ответы на следующие вопросы

⇒ Какие работы необходимо завершить непосредственно перед началом рассматриваемой работы?

⇒ Какие работы должны непосредственно следовать после завершения данной работы?

Какие операции могут выполняться одновременно с рассматриваемой работой?

Список рекомендованной литературы

1. **Шеховцов, В.С.** Основы научных исследований в горном деле [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. С. Шеховцов ; В.С. Шеховцов ; Сиб. гос. индустр. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - 1 Мб. - Новокузнецк : СибГИУ, 2006. - 1 файл. - Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/cd3329.pdf>- Загл. с экрана.
2. **Ямщиков, В. С.** Методы и средства исследования и контроля горных пород и процессов. – М.: «Недра»,1982. – 296 с.
3. **Кожухар, В. М.** Основы научных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В.М. Кожухар ; гл. ред. А.Е. Илларионова. - 1 Мб. - Москва : Изд.-торг. корпорация «Дашков и К», 2010. - 1 файл. - Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/19/cd9317.pdf> - Загл. с экрана.
4. **Пономарев, А. Б.** Методология научных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А.Б. Пономарев, Э.А. Пикулева ; ФГБОУ ВПО «Перм. нац. исслед. политехн. ун-т». - 1 Мб. - Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. - 1 файл. - Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/cd5139.pdf> - Загл. с экрана
5. **Бурда, А. Г.** Основы научно-исследовательской деятельности [Электронный ресурс] : учебное пособие (курс лекций) / А.Г. Бурда ; ФГБОУ ВПО "Кубан. гос. аграрный ун-т". - 1 Мб. - Краснодар : [б.и.], 2015. - 1 файл. - Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/19/cd9326.pdf> - Загл. с экрана.
6. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов / Новосиб. гос. аграрн. ун-т, Инж. ин-т ; сост.: С.Г. Щукин и др.. - 1 Мб. - Новосибирск : НГАУ, 2013. - 1 файл. - Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/20/cd9707.pdf> - Загл. с экрана.