



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Автомобильные дороги»

Практикум по дисциплине

«Методы решения научно-технических задач в строительстве»

Авторы
Матуа В.П.,
Мирончук С.А.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания составлены для магистрантов всех форм обучения в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» по программе «Автомобильные дороги».

Авторы

д.т.н., проф. кафедры
«Автомобильные дороги»

Матуа В.П.

к.т.н., ст. преп. кафедры
«Автомобильные дороги»

Мирончук С.А.





Оглавление

Практическая работа № 1. Понятие о науке, классификация и структура НИР	4
Практическая работа № 2. Проблема, как объективная необходимость нового знания	12
Практическая работа № 3. Информационный поиск	15
Практическая работа № 4. Гипотеза, как предполагаемая зависимость явления от действующих факторов и его физической сути	21
Практическая работа № 5. Современные методы генерирования идей при решении научно-технических задач	25
Практическая работа № 6. Методы решения научно-технических задач в строительстве	30
Практическая работа № 7. Моделирование, как средство отражения свойств материальных объектов	37

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. ПОНЯТИЕ О НАУКЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И СТРУКТУРА НИР

Наука – сложное общественное, социальное явление, особая сфера приложения целенаправленной человеческой деятельности, главной задачей которой является получение новых знаний, их освоение и создание новых методов и средств для решения этой задачи. Науку часто определяют как сумму знаний. Это неверно, поскольку понятие сумма ассоциируется с неупорядоченностью. Однако наука и каждая ее отрасль в отдельности – это стройная, упорядоченная и систематизированная система знаний.

Науку в ряде работ рассматривают как умственную деятельность людей, направленную на расширение человечеством своих знаний об окружающем мире и обществе. Это определение не полное, оно характеризует только одну грань науки, а не науку в целом. Науку также считают сложной информационной системой для сбора, анализа и переработки сведений о новых истинах. Такое определение также страдает узостью, односторонностью.

Науке свойственны две ее основные функции: познавательная и практическая. В соответствии с этими функциями наука как система ранее накопленных знаний, т. е. информационная система, служит основой для дальнейшего познания объективной действительности и приложения познанных закономерностей на практике. Развитие науки – это деятельность людей, направленная на получение, освоение, систематизацию научных знаний, используемых для дальнейшего познания и воплощения их в практике. Развитие науки осуществляется в специальных учреждениях: научно-исследовательских институтах, лабораториях, группах при кафедрах вузов, конструкторских бюро и проектных организациях.

Наука как общественная, социальная система, обладающая относительной самостоятельностью, складывается из трех неразрывно связанных элементов: накопленных знаний, деятельности людей и соответствующих учреждений. Когда эти три компонента входят в дефиницию науки, формулировка понятия «наука» приобретает следующее содержание: *наука* – целостная социальная система, объединяющая постоянно развивающуюся систему знаний об объективных законах природы, общества и человеческого сознания, научную деятельность людей по созданию и развитию этой системы, и учреждения, обеспечивающие научную деятельность.

Методы решения научно-технических задач в строительстве

Система научных знаний заметна в научных понятиях, гипотезах, законах, эмпирических научных фактах, теориях и идеях, позволяющих предвидеть события, что фиксируется в книгах, журналах и других видах публикаций. Этот систематизированный опыт и научные знания ряда поколений обладают группой признаков, главнейшие из которых следующие:

– Всеобщность, т. е. принадлежность результатов научной деятельности, совокупности научных знаний всему обществу страны, где эта деятельность протекала, и всему человечеству. Каждый может извлекать из нее необходимое, так как эта *система* – всеобщее достояние.

– Достоверность научных фактов. Система знаний только тогда может претендовать на наименование научной, когда каждый факт, накопленное знание и следствие из известных законов или теории можно достоверно проверить для уточнения истины.

– Воспроизводимость явлений, тесно связанная с достоверностью. Исследователь любыми методами может повторить открытое другим ученым явление, т. е. существует определенный закон природы и открытое явление входит в систему научных знаний.

– Устойчивость системы знаний. Быстрое устаревание системы знаний указывает на недостаточную глубину проработки накопленного материала или неточность принятой гипотезы.

Определение и классификация научных исследований

Научное исследование, или научно-исследовательская работа (труд), как процесс любого труда включает в себя три основных компонента (составляющих): целесообразную деятельность человека, т. е. собственно научный труд, предмет научного труда и средства научного труда.

Целесообразная научная деятельность человека, опирающаяся на совокупность конкретных методов познания и необходимая для приобретения новых или уточненных знаний об объекте исследования (предмете труда), использует соответствующее научное оборудование (измерительное, вычислительное и др.), т. е. средства труда.

Предмет научного труда – это объект исследования, на познание которого направлена деятельность ученого. Объектом исследования может быть любой предмет материального мира (например, автомобиль), явление (например, процесс сгорания рабочей смеси в цилиндре двигателя), связь между явлениями (например, между боковым уводом и заносом автомобиля), свойство (например, маневренность автомобиля). Помимо объекта в

предмет исследования входят и предшествующие знания об объекте.

Научные исследования в зависимости от своего целевого назначения, степени связи с природой или промышленным производством, глубины и характера научной работы подразделяются на следующие основные типы: фундаментальные, прикладные и разработки.

Фундаментальные исследования – это получение принципиально новых знаний и дальнейшее развитие системы уже накопленных знаний. Цель таких исследований – открытие новых законов природы, вскрытие связей между явлениями и создание новых теорий. Фундаментальные исследования связаны со значительным риском и неопределенностью с точки зрения получения конкретного положительного результата, вероятность которого не выше 10 %. Однако именно фундаментальные исследования составляют основу развития науки и общественного производства.

Прикладные исследования – создание новых либо совершенствование существующих средств производства, предметов потребления и пр. Прикладные исследования, в частности исследования в области технических наук, направлены на «овеществление» научных знаний, добытых в фундаментальных исследованиях. Прикладные исследования в области техники не имеют, как правило, непосредственного дела с природой; объектом исследования в них обычно являются машины, технология или организационная структура, т. е. «искусственная» природа. Практическая ориентация (направленность) и отчетливое целевое назначение прикладных исследований делают вероятность получения ожидаемых от них результатов весьма значительной, на уровне 80-90 %.

Разработки – использование результатов прикладных исследований для создания и отработки опытных моделей техники (машины, устройства, материалы, продукты), технологии производства, а также усовершенствование существующей техники. На этапе разработки результаты научных исследований принимают форму, позволяющую использовать их в других отраслях общественного производства.

Несмотря на то, что границы между тремя формами научной деятельности подвижны, их объединяет принадлежность к сфере науки.

Структура научного исследования

Научное исследование, проводимое в области прикладных наук, проходит ряд этапов, которые составляют структуру научно-

го исследования. Научное исследование включает семь основных этапов.

1. *Постановка проблемы.* Этап состоит не только в поиске проблемы, которую необходимо исследовать, но и в точной, четкой формулировке задачи научного исследования. Важно правильно сформулировать задачу исследования, от этого значительно зависит его успешный исход.

2. *Выдвижение и обоснование гипотезы.* В большинстве случаев выработка рабочей гипотезы осуществляется на основе четко сформулированной задачи исследования и критического анализа собранной исходной информации, при этом гипотеза может иметь несколько вариантов, из которых выбирают наиболее целесообразный, не отбрасывая остальные варианты. Для уточнения гипотезы иногда проводят предварительные эксперименты с целью более глубокого изучения исследуемого объекта.

3. *Теоретическое исследование.* В прикладных технических исследованиях теоретическое исследование состоит в анализе и синтезе закономерностей и их применении к исследуемому объекту, а также в поиске с помощью аппарата математики, теоретической механики и других дисциплин новых, еще неизвестных, закономерностей.

Цель теоретического исследования – как можно полнее обобщить наблюдаемые явления, связи между ними, получить больше следствий из принятой рабочей гипотезы. Такое исследование аналитически развивает принятую гипотезу и должно привести к разработке теории исследуемой проблемы, т. е. к научно обобщенной системе знаний в пределах данной проблемы. Эта теория, в свою очередь, должна объяснять и предсказывать факты и явления, относящиеся к исследуемой проблеме. Решающим фактором здесь выступает критерий практики.

4. *Экспериментальное исследование.* Эксперимент, или научно поставленный опыт – наиболее сложный и трудоемкий этап научного исследования. Цель эксперимента различна и зависит от характера научного исследования и последовательности его проведения. При «нормальном» развитии исследования эксперимент проводится после теоретического исследования. В этом случае эксперимент подтверждает или, что реже, опровергает результаты теоретических исследований. Часто порядок исследования бывает иным, и эксперимент предшествует теоретическому исследованию. Это характерно для поисковых экспериментов, при отсутствии достаточной теоретической базы исследования. В этом случае теория объясняет и обобщает результаты эксперимента.

Методы решения научно-технических задач в строительстве

5. Анализ и сопоставление результатов.

Следствием сопоставления результатов экспериментального и теоретического исследования является подтверждение рабочей гипотезы и формулирование следствий, вытекающих из нее, или необходимость уточнения гипотезы. Редко бывает так, что гипотезу приходится отвергнуть (при отрицательном результате).

6. Заключительные выводы. На этом этапе подводятся итоги исследования, т. е. формулируются полученные результаты и проверяется их соответствие поставленной задаче. Для чисто теоретических исследований этот этап является заключительным. Для большинства работ в области техники возникает еще один этап.

7. Освоение результатов – это этап подготовки к промышленной реализации полученных результатов, разработка технологических или конструкторских принципов реализации, которая зачастую не укладывается в рамки чисто инженерной «доводки» и требует неперенного участия авторов исследования.

Цели и задачи научно-исследовательской работы

Научно–исследовательская работа представляет собой самостоятельно проведенное исследование обучающегося, раскрывающее его знания и умение их применять для решения конкретных практических задач. Работа должна носить логически завершенный характер и демонстрировать способность обучающегося грамотно пользоваться специальной терминологией, ясно излагать свои мысли, аргументировать предложения.

Задачами научно – исследовательской работы являются:

- развитие навыков самостоятельной научно- исследовательской деятельности и их применение к решению актуальных практических задач;
- проведение анализа существующих в отечественной и зарубежной науке теоретических подходов, входящих в сферу выполняемого исследования;
- проведение самостоятельного исследования по выбранной проблематике;
- демонстрация умений систематизировать и анализировать полученные в ходе исследования данные;
- привитие интереса к научной деятельности.

Организация выполнения работы

Научно – исследовательская работа – это поисковое исследование, направленное на выявление и, возможно, решение какой-либо проблемы.

Методы решения научно-технических задач в строительстве

В науке под проблемой понимается противоречивая ситуация, возникающая в результате открытия новых фактов, которые явно не укладываются в рамки прежних теоретических положений.

Выдвижение обучающимся проблемы для научного исследования должно основываться на фактах окружающего мира. Наблюдение и анализ взаимодействия человека с природой, техникой, информационными системами, обществом, другими людьми, а также самопознание может способствовать открытию школьником для себя проблемной ситуации, которая требует изучения.

Алгоритм работы над научной проблемой

Существует единый алгоритм, который отражает этапность работы над научно-исследовательской проблемой специалиста любого уровня:

- выбор проблемы;
- сбор информации об уже имеющихся в науке знаниях по изучаемой проблематике;
- анализ и обобщение полученных знаний по проблеме;
- разработка концепции и планирование исследования;
- подбор методов и методик осуществления исследования;
- проведение исследования;
- обработка полученных данных;
- письменное оформление теоретического и эмпирического материала в виде целостного текста;
- представление работы на рецензирование;
- представление к защите и защита работы.

Структурные компоненты научно-исследовательской работы

Структура работы должна быть представлена следующим образом:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- главы основной части;
- выводы;
- заключение;
- список литературы;
- приложения.

Титульный лист является первой страницей научно-исследовательской работы и заполняется по определенным пра-

вилам. В верхнем поле указывается полное наименование учебного заведения, на базе которых осуществляется исследование. В среднем поле дается заглавие работы, которое оформляется без слова «тема» и в кавычки не заключается. После заглавия указывается вид научно – исследовательской работы. Ниже, ближе к правому краю титульного листа, указываются фамилия, имя, отчество исполнителя и далее фиксируется фамилия, имя, отчество руководителя, его научное звание (если имеется) и должность. В нижнем поле указываются местонахождение учебного заведения и год написания работы.

Содержание помещается на второй странице. В нем приводятся названия глав и параграфов с указанием страниц, с которых они начинаются. Заголовки оглавления должны точно повторять название глав и параграфов в тексте. При оформлении заголовки ступеней одинакового уровня необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещаются на пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все они начинаются с заглавной буквы без точки в конце. Номера страниц фиксируются в правом столбце содержания.

Главы и параграфы нумеруются по многоуровневой системе, то есть обозначаются цифровыми номерами, содержащими во всех ступенях номер своей рубрики и рубрики которой они подчинены. Введение и заключение не нумеруются.

Во **введении** фиксируется проблема, актуальность, практическая значимость исследования; определяются объект и предмет исследования; указываются цель и задачи исследования; коротко перечисляются методы работы. Все перечисленные выше составляющие введения должны быть взаимосвязаны друг с другом.

Работа начинается с постановки *проблемы*, которая способствует определению направления в организации исследования, и представляет собой знания не о непосредственной предметной реальности, а о состоянии знания об этой реальности. Ставя проблему, исследователь отвечает на вопрос: «Что нужно изучить из того, что раньше не было изучено?» В процессе формулирования проблемы важное значение имеет постановка вопросов и определение противоречий.

Выдвижение проблемы предполагает далее обоснование *актуальности исследования*. При ее формулировании необходимо дать ответ на вопрос: почему данную проблему нужно изучать в настоящее время?

После определения актуальности необходимо определить

объект и предмет исследования.

В литературе можно встретить трактование понятия объекта исследования в двух значениях. Во-первых, *объект исследования* интерпретируется как процесс, на что направлено познание или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения. Во-вторых, под объектом понимают носителя изучаемого явления, например, некоторые авторы в качестве объекта исследования выделяют представителей той или иной социальной группы.

Предмет исследования более конкретен и дает представление о том, как новые отношения, свойства или функции объекта рассматриваются в исследовании. Предмет устанавливает границы научного поиска в рамках конкретного исследования.

Кроме объекта и предмета исследования, во введении должны быть четко определены *цель и задачи исследования*.

Под *целью* исследования понимают конечные, научные и практические результаты, которые должны быть достигнуты в итоге его проведения.

Задачи исследования представляют собой все последовательные этапы организации и проведения исследования с начало до конца.

Важным моментом в работе является формулирование *гипотезы*, которая должна представлять собой логическое научно обоснованное, вполне вероятное предположение, требующее специального доказательства для своего окончательного утверждения в качестве теоретического положения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2.

ПРОБЛЕМА, КАК ОБЪЕКТИВНАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ НОВОГО ЗНАНИЯ

Подготовительным этапом научно-исследовательской работы является выбор темы научного исследования. Тема научно-исследовательской работы может быть отнесена к определенному научному направлению или к научной проблеме.

Под научным направлением понимают сферу научных исследований научного коллектива, посвященных решению каких-либо крупных, фундаментальных теоретических и экспериментальных задач в определенной отрасли науки. Например, научные исследования, выполняемые экономистами, охватываются общим направлением «экономика» (экономические науки).

Подготовительным этапом научно-исследовательской работы является выбор темы научного исследования. Тема научно-исследовательской работы может быть отнесена к определенному научному направлению или к научной проблеме.

Структурными единицами направления являются комплексные проблемы, проблемы, темы.

Научная проблема – это совокупность сложных теоретических или практических задач; совокупность тем научно-исследовательской работы.

Проблема охватывает значительную область исследования и имеет

перспективное значение. Проблема может быть отраслевой, межотраслевой, глобальной.

Проблема состоит из ряда тем. Тема — это научная задача, охватывающая определенную область научного исследования. Она базируется на многочисленных исследовательских вопросах.

Под научными вопросами понимают более мелкие научные задачи, относящиеся к конкретной области научного исследования. Результаты решения этих задач имеют не только теоретическое, но, главным образом, и практическое значение, поскольку можно сравнительно точно установить ожидаемый экономический эффект.

Темы могут быть теоретическими, практическими и смешанными. Теоретические темы разрабатываются преимущественно с использованием литературных источников. Практические темы разрабатываются на основе изучения, обобщения и анализа фактов. Смешанные темы сочетают в себе теоретический и

практический аспекты исследования.

При разработке темы или вопроса выдвигается конкретная задача в исследовании — разработать новую конструкцию, прогрессивную технологию, новую методику и т. д.

Выбору тем предшествует тщательное ознакомление с отечественными и зарубежными источниками данной и смежной специальности.

Постановка (выбор) проблем или тем является трудной, ответственной задачей, включает в себя ряд этапов.

Первый этап — формулирование проблем. На основе анализа противоречий исследуемого направления формулируют основной вопрос — проблему — и определяют в общих чертах ожидаемый результат.

Второй этап включает в себя разработку структуры проблемы. Выделяют темы, подтемы, вопросы. Композиция этих компонентов должна составлять древо проблемы (или комплексной проблемы). По каждой теме выявляют ориентировочную область исследования.

На третьем этапе устанавливают актуальность проблемы, т. е. ценность ее на данном этапе для науки и техники. Для этого по каждой теме выставляют несколько возражений и на основе анализа, методом исследовательского приближения, исключают возражения в пользу реальности данной темы. После такой "чистки" окончательно составляют структуру проблемы и обозначают условным кодом темы, подтемы, вопросы.

При выборе важно уметь отличать псевдопроблемы от научных проблем. Псевдопроблемы (ложные, мнимые), какую бы не имели внешнюю форму, в основе своей имеют антинаучный характер.

После обоснования проблемы и установления ее структуры научный работник (или коллектив), как правило, самостоятельно приступает к выбору темы научного исследования. По мнению некоторых ученых, выбрать тему зачастую более сложно, чем провести само исследование. К теме предъявляют ряд требований.

Тема должна быть актуальной, т. е. важной, требующей разрешения в настоящее время. Это требование одно из основных. Критерия для установления степени актуальности пока нет. Так, при сравнении двух тем теоретических исследований степень актуальности может оценить крупный ученый данной отрасли или научный коллектив. При оценке актуальности прикладных научных разработок ошибки не возникают, если более актуальной

окажется та тема, которая обеспечит большой экономический эффект.

Тема должна решать новую научную задачу. Это значит, что тема в такой постановке никогда не разрабатывалась и в настоящее время не разрабатывается, т. е. дублирование исключается. Дублирование возможно только в том случае, когда по заданию руководящих организаций одинаковые темы разрабатывают два конкурирующих коллектива в целях разрешения важнейших государственных проблем в кратчайшие сроки. Таким образом, оправданное дублирование тем (разработок) иногда может быть одним из требований.

Тема должна быть экономически эффективной и должна иметь значимость. Любая тема прикладных исследований должна давать экономический эффект в народном хозяйстве. Это одно из важнейших требований.

На стадии выбора темы исследования ожидаемый экономический эффект может быть определен, как правило, ориентировочно. Иногда экономический эффект на начальной стадии установить вообще нельзя. В таких случаях для ориентировочной оценки эффективности можно использовать аналоги (близкие по названию и разработке темы).

При разработке теоретических исследований требование экономичности может уступать требованию значимости. Значимость, как главный критерий темы, имеет место при разработке исследований, определяющих престиж отечественной науки или составляющих фундамент для прикладных исследований, или направленных на совершенствование общественных и производственных отношений и др.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОИСК

Научная информация и ее источники

Умственный труд в любой его форме всегда связан с поиском информации. Тот факт, что этот поиск становится сейчас все сложнее и сложнее, в доказательствах не нуждается. Усложняется сама система поиска, постепенно она превращается в специальную отрасль знаний. Знания и навыки в этой области становятся все более обязательными для любого специалиста.

Понятие подготовленности в этом отношении складывается из следующих основных элементов:

- четкого представления об общей системе информационных ресурсов и тех возможностях, которые дает использование информационных источников своей области;
- знания всех возможных источников информации по своей специальности;
- умения выбрать наиболее рациональную схему поиска в соответствии с его задачами и условиями;
- наличия навыков в использовании вспомогательных библиографических и информационных материалов.

Характерной чертой развития современной науки является бурный поток новых научных данных, получаемых в результате исследований. Ежегодно в мире издается более 500 тысяч книг по различным вопросам. Еще больше издается журналов. Но, несмотря на это, огромное количество научной информации остается неопубликованной.

Информация имеет свойство "стареть". Это объясняется появлением новой печатной и неопубликованной информации или снижением потребности в данной информации. По зарубежным данным интенсивность падения ценности информации ("старения") ориентировочно составляет 10% в день для газет, 10% в месяц для журналов и 10% в год для книг.

Таким образом, отыскать новое, передовое, научное в решении данной темы — сложная задача не только для одного научного работника, но и для большого коллектива.

Недостаточное использование мировой информации приводит к дублированию исследований. Количество повторно получаемых данных достигает в различных областях научно-технического творчества 60 и даже 80%. А это потери, которые в США, например, оцениваются многими миллиардами долларов ежегодно.

Методы решения научно-технических задач в строительстве

Что же следует понимать под термином «информация»? Приведем несколько определений информации.

1. сообщение, осведомление о положении дел, сведения о чём-либо, передаваемые людьми;

2. уменьшаемая, снимаемая неопределённость в результате получения сообщений;

3. сообщение, неразрывно связанное с управлением, сигналы в единстве синтаксических, семантических и прагматических характеристик;

4. передача, отражение разнообразия в любых объектах и процессах (неживой и живой природы).

Научная информация – это получаемая в процессе познания логическая информация, которая адекватно отображает закономерности объективного мира и используется в общественно-исторической практике.

Документы создают огромные информационные потоки, темпы которых ежегодно возрастают. Различают восходящий и нисходящий потоки информации.

Восходящий — это поток информации от пользователей в регистрирующие органы.

Исполнитель научной работы (НИИ, вузы и др.) после утверждения плана работ обязан в месячный срок представить информационную карту в соответствующие вышестоящие институты. К восходящему потоку относят также статьи, направленные в различные журналы.

Нисходящий — это поток информации в виде библиографических обзорных реферативных и других данных, который направляется в низовые организации по их запросам.

Все документальные источники научной информации делятся на первичные и вторичные.

Первичные документы содержат исходную информацию, непосредственные результаты научных исследований (монографии, сборники научных трудов, авторефераты диссертаций и т.д.), а вторичные документы являются результатом аналитической и логической переработки первичных документов (справочные, информационные, библиографические и другие тому подобные издания).

Для того чтобы осмысленно пользоваться систематическими каталогами, нужно иметь представление о принципах построения этих классификаций.

Универсальная десятичная классификация (УДК). В основу этой международной классификации положен десятичный прин-

Методы решения научно-технических задач в строительстве

цип, в соответствии с которым вся совокупность знаний и направлений деятельности условно разделена в таблицах УДК на десять отделов, каждый из которых подразделяется на десять подотделов, те в свою очередь на десять подразделений и т. д. При этом каждое понятие получает свой цифровой индекс.

Теоретически такое деление можно производить бесконечно, образуя индексы для более узких вопросов.

Индексы, составленные по основным таблицам УДК, называются простыми. Для удобства произношения каждые три цифры в них, считая слева, отделяются от последующих точкой (например, 533.76).

Помимо основных таблиц в УДК имеется еще некоторое количество «Таблиц определителей», содержащих понятия, необходимые для индексирования произведений по их дополнительным признакам.

Каждый из этих признаков, выраженный соответствующей цифрой, имеет свой особый символ для его выделения в общем ряду.

Универсальная десятичная система служит основой для библиографических и реферативных изданий по естественным наукам и технике для организации систематических каталогов научно-технических библиотек. Не предусматривается ее применение в каталогах универсальных библиотек и библиотек гуманитарного профиля.

Патентные исследования. Техническое и интеллектуальное творчество

Как известно, научно-технический прогресс является движущей силой современного общества. Одними из основных составляющих научно-технического прогресса являются такие понятия, как "изобретения", "полезные модели", "промышленные образцы". Все хорошо понимают, что наличие новых устройств и изделий, защищенных патентами, напрямую связано с экономической прибылью предприятия-патентообладателя, а также иногда сама торговля патентами приносит сверхприбыли.

Таким образом, анализ всей ситуации, сопутствующей появлению и функционированию новшества, способствует созданию новых изобретений и правильному позиционированию уже имеющихся разработок.

Согласно Российскому законодательству осуществление государственной политики в сфере правовой охраны изобретений, полезных моделей и промышленных образцов возлагается на федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной

собственности.

Под патентом понимают документ, выдаваемый компетентным государственным органом на определенный срок и удостоверяющий авторство и исключительное право на изобретение, наделяющий владельца титулом собственника на изобретение. Патент защищает владельца от внутренних и зарубежных конкурентов и действует на территории той страны, где он выдан.

Обычно патент подкрепляется регистрацией товарного знака или промышленного образца.

Права на изобретение, полезную модель, промышленный образец охраняются законом и подтверждаются соответственно патентом на изобретение, патентом на полезную модель и патентом на промышленный образец.

Патент удостоверяет приоритет, авторство изобретения, полезной модели или промышленного образца и исключительное право на изобретение, полезную модель или промышленный образец. Патент на изобретение действует до истечения двадцати лет с даты подачи заявки в федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.

Патент на полезную модель действует до истечения пяти лет с даты подачи, на промышленный образец – до истечения десяти лет.

Патентоспособность – это наличие у технического решения всех критериев изобретения в соответствии с законодательством каждой отдельно взятой страны.

В соответствии с Патентным законом РФ в качестве изобретения охраняется техническое решение в любой области, относящееся к продукту (в частности, устройству, веществу, штамму микроорганизма, культуре клеток растений или животных) или способу (процессу осуществления действий над материальным объектом с помощью материальных средств).

Изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо.

Изобретение является новым, если оно не известно из уровня техники. Оно имеет изобретательский уровень, если для специалиста явным образом не следует из уровня техники.

Уровень техники включает любые сведения, ставшие общедоступными в мире до даты приоритета изобретения.

Изобретение является промышленно применимым, если оно может быть использовано в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и других отраслях деятельности.

Методы решения научно-технических задач в строительстве

В качестве полезной модели охраняется техническое решение, относящееся к устройству. Полезная модель признается соответствующей условиям патентоспособности, если она является новой и промышленно применимой. Новизна определяется совокупностью ее существенных признаков, не известных из уровня техники. Полезная модель является промышленно применимой, если она может быть использована в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и других отраслях деятельности.

В качестве промышленного образца охраняется художественно-конструкторское решение изделия промышленного или кустарно-ремесленного производства, определяющее его внешний вид. Промышленный образец должен обладать новизной и оригинальностью. Он признается новым, если совокупность его существенных признаков, нашедших отражение на изображениях изделия и приведенных в перечне существенных признаков промышленного образца, не известна из сведений, ставших общедоступными в мире до даты приоритета промышленного образца. Промышленный образец является оригинальным, если его существенные признаки обуславливают творческий характер особенностей изделия.

К существенным признакам промышленного образца относятся признаки, определяющие эстетические и эргономические особенности внешнего вида изделия, в частности форма, конфигурация, орнамент и сочетание цветов.

Автором изобретения (полезной модели, промышленного образца) является физическое лицо, творческим трудом которого они созданы. Если в создании изобретения, полезной модели или промышленного образца участвовало несколько физических лиц, все они считаются его авторами. Порядок пользования правами, принадлежащими авторам, определяется соглашением между ними. Не признаются авторами физические лица, не внесшие личного творческого вклада в создание объекта промышленной собственности, оказавшие автору (авторам) только техническую, организационную или материальную помощь либо только способствовавшие оформлению прав на него и его использованию. Право авторства является неотчуждаемым личным правом и охраняется бессрочно.

Итак, согласно российскому законодательству патент выдается:

- автору изобретения, полезной модели или промышленного образца;
- работодателю в случаях, предусмотренных Патентным

законом РФ.

Патентообладатель – юридическое и (или) физическое лицо которому принадлежит исключительное право на использование охраняемых патентом изобретения.

Право на получение патента на изобретение (полезную модель, промышленный образец), созданные работником в связи с выполнением своих трудовых обязанностей или конкретного задания работодателя (служебное изобретение, служебная полезная модель, служебный промышленный образец), принадлежит работодателю, если договором между ним и работником (автором) не предусмотрено иное. Правительство Российской Федерации вправе устанавливать минимальные ставки вознаграждения за служебные изобретения, служебные полезные модели, служебные промышленные образцы.

Право на получение патента на изобретение, полезную модель или промышленный образец, созданные при выполнении работ по государственному контракту для федеральных государственных нужд или нужд субъекта Российской Федерации, принадлежит исполнителю (подрядчику), если государственным контрактом не установлено, что это право принадлежит Российской Федерации или субъекту Российской Федерации, от имени которых выступает государственный заказчик.

Патентообладателю принадлежит исключительное право на изобретение, полезную модель или промышленный образец. Никто не вправе использовать запатентованное изобретение, полезную модель или промышленный образец без разрешения патентообладателя, в том числе совершать следующие действия:

- ввоз на территорию Российской Федерации, изготовление, применение, предложение о продаже, продаже, иное введение в гражданский оборот или хранение для этих целей продукта, в котором использованы запатентованное изобретение, полезная модель, или изделия, в котором использован запатентованный промышленный образец;
- совершение действий, указанных выше, в отношении продукта, полученного непосредственно запатентованным способом;
- совершение действий, указанных выше, в отношении устройства, при функционировании (эксплуатации) которого в соответствии с его назначением автоматически осуществляется запатентованный способ;
- осуществление способа, в котором используется запатентованное изобретение.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4.

ГИПОТЕЗА, КАК ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЯВЛЕНИЯ ОТ ДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ И ЕГО ФИЗИЧЕСКОЙ СУТИ

В переводе с греческого слово "гипотеза" означает основание, предположение. В современном понимании гипотеза – это научно-обоснованное предположение либо о факте, находящемся за пределами непосредственного наблюдения, либо о закономерной связи, закономерном порядке явлений.

Примером гипотезы о факте могут служить гипотезы о происхождении Тунгусского метеорита. Так, факт грандиозного взрыва, происшедшего в 1908 году в бассейне реки Подкаменная Тунгуска в Восточной Сибири и опустошившего тайгу на площади около 200 км² объясняют по-разному. Выдвигались гипотезы, что Тунгусский метеорит представляет собой: ядро небольшой кометы, взорвавшееся при вторжении в плотные слои атмосферы; "черную дыру" – космический объект, сконцентрировавший в малом объеме чудовищно большие гравитационные силы и, как бы, "проткнувший" нашу планету; потерпевший аварию звездолет пришельцев или летающая тарелка и др. Разгадка этого факта продолжается, поэтому выдвинутые гипотезы можно назвать рабочими, т.к. в них выражено предполагаемое объяснение закономерности явления на определенном этапе исследования.

Примером гипотез о закономерном порядке могут быть гипотезы о микро- и макромире. Выдвинутая в начале XX века научная гипотеза о бесконечности материи, нашла подтверждение в открытии элементарных и субэлементарных частиц, что позволило судить об единстве в строении материи, т.к. в основе этого единства лежит материальность всех элементарных частиц.

Отличие гипотезы от множества возможных объяснений явления заключается в том, что гипотеза является наиболее вероятным из них. Вместе с тем можно привести множество примеров, когда сама гипотеза кажется невероятной. Такую неожиданную, парадоксальную гипотезу выдвигает сегодня советский физик-теоретик академик Моисей Марков. Он считает, что вся наша Вселенная с недостигаемыми галактиками, с миллиардами звезд и планет, с ее холодом непостижимой для человека бесконечности – все это, возможно, лишь крохотная частица макромира размерами меньше атома водорода.

Необходимость возникновения гипотезы обусловлена, как

Методы решения научно-технических задач в строительстве

писал Ф.Энгельс, самим прогрессом науки – открытием новых данных, которые исключают прежние объяснения ранее известных фактов, относящихся к тому же самому кругу явлений.

Как было сказано, не все объяснения являются гипотезами. Случайные и не самые вероятные из объяснений называются догадками. Догадки не имеют никаких преимуществ перед какими-либо другими объяснениями. Они столь же вероятны, т.к. ничем не подтверждаются. Вместе с тем, если объяснение фактов, явлений или закономерностей вовсе необоснованны и невероятны, то это домыслы.

С догадками можно мириться при том условии, что они не могут быть основой для логических предположений в изучении явлений, а должны указывать лишь на пути новых, более достоверных поисков. Вместе с тем, домыслы совершенно недопустимы в научном процессе как отвлекающие внимание от решения поставленной задачи и уводящие исследование в сторону, на неправильные пути, в ошибочном направлении.

Гипотезы совершенно необходимы в научном исследовании, т.к. без гипотез невозможно предвидеть события или создавать новые теории. Всякая гипотеза должна опираться на сумму реальных и логических доказательств, включать в себя критику всех возможных догадок и перечень фактов, которые она объясняет. Чем больше гипотеза подтверждается фактами логических построений, тем она достовернее. Подтверждением этого может быть следующий пример.

В начале нашего века ученые считали, что месторождения нефти на земном шаре образовались там, где сотни миллионов лет на зад происходили грандиозные геологические катастрофы и внезапно гибло все живое. Подтверждение этой гипотезы видели в большом сходстве химического состава живых организмов и ископаемой нефти. Однако поискам новых нефтяных месторождений эта гипотеза помочь не могла – никто не мог угадать, где именно такие катастрофы случались.

Другую гипотезу предложил тогда ученый-геолог И.М.Губкин. Залежи нефти, по его убеждению, образовались там, где непрерывно, многие миллионы лет кряду продолжался процесс гибели простейших растительных и животных организмов. Вероятно, этот процесс длится и в наше время. Происходит это в густонасыщенных растительными и животными организмами областях морей и океанов. Опускаясь на дно и погружаясь в ил, их останки разлагаются без доступа кислорода и под воздействием особых бактерий постепенно превращаются в нефть. Искать но-

Методы решения научно-технических задач в строительстве

вые месторождения нефти следует там, где проходили береговые линии древних морей и океанов.

Гипотеза ученого подтвердилась. С ее помощью были найдены нефтяные залежи сначала между Уральскими горами и Волгой, а затем и в Сибири. А исследование данных отложений Каспийского моря с помощью современного радиоуглеродного метода показали, что вещества, из которых может образоваться нефть, накапливаются и а наши дни.

Гипотеза представляет собой результат борьбы двух противоречивых начал, двух противоположных особенностей человеческого мышления: инерции и интуиции.

Инерция мышления стремится сохранить существующие представления о внешнем мире, существующие теории, приспособить их для решения возникающих новых задач. Она является залогом разрушения научных спекуляций, барьером против проникновения ложных представлений в мировоззрение и обеспечение добросовестности исследований. Но инерционность мышления не может явиться основой для необъективности в оценке нового.

Интуиция – ощущение нового в явлении без достаточных для того строгих логических построений и оснований, достаточно-го количества наблюдений и фактов.

Примером открытий, построенных на интуиции, служат умозаключения, полученные две тысячи пятьсот лет тому назад Пифагором и его учениками. Пифагор верил: чтобы познать суть, меру и связь явления надо пробудить в себе интуицию – волшебное и необъяснимое свойство, которое помогает человеку проникнуть мысленно взором в загадочный механизм, управляющий Вселенной. В то время, когда все считали Землю плоской, и это мнение казалось неизбежно покоящимся на личном опыте каждого, пифагорийцы, исходя из мысли, что все в природе должно быть совершенно, придали Земле в своем воображении наиболее совершенную геометрическую форму – шарообразную. Не располагая надежными опытными данными, не опираясь ни на какие достижения теории – это были младенческие времена человечества, – они пытались лишь силой интуиции построить то, что сегодня можно назвать математической моделью Вселенной.

В то же время безоговорочное доверие своей логической интуиции может повредить достижению истины. Простой пример рассуждения: "Если бы Земля вращалась, реки, текущие по меридиану, подмывали бы один из своих берегов; не эти реки не подмывают свои берега, значит, она не вращается". Такая схема ин-

туитивных рассуждений приводит к абсурду.

В процессе исследования не исключено появление невероятных гипотез, что нельзя считать недопустимым или вредным явлениям. В конечном счете, они являются показателем творческого процесса, большой степени проблемности решаемых задач и указателем путей, по которым в дальнейшем не следует идти.

К.А.Тимирязев говорил: "Неверная (ошибочная) гипотеза полезна, т.к. сужает круг возможных решений задачи."

Гипотеза по своему содержанию должна соответствовать ряду требований:

- она не должна противоречить общепризнанным понятиям;
- в гипотезе должны быть учтены ранее существовавшие закономерности, но она не должна им следовать, т.к. в противном случае гипотеза будет безосновательна и не даст ничего нового;
- гипотеза должна объяснять все факты, для которых она построена;
- она должна быть принципиально проверяемой на практике, в опыте или эксперименте;
- из нескольких конкурирующих равноценных гипотез следует выбирать более простую;
- формулировка гипотезы должна быть непротиворечива по своей сути.

Четко и достаточно полно разработанная гипотеза существенно облегчает дальнейшую работу, т.к. позволяет заложить в методики теоретических и экспериментальных исследований вполне конкретные параметры, характеризующие изучаемое явление или объект, которые надлежит измерить. Кроме того, правильно осуществленная аналитическая разработка гипотезы, т.е. ее математическое выражение, поможет более полно и правильно наметить основные черты и детали последующего эксперимента. Однако появлению гипотезы всегда предшествует выработка идей решения научно-технической задачи.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ИДЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Выработка идей при решении изобретательских задач – один из древнейших видов человеческой деятельности. Поразительно, что основной метод генерирования идей сохранил свою суть до наших дней – это метод проб и ошибок. Суть его заключается в последовательном выдвигении и рассмотрении всевозможных идей решения задачи. Такая традиционная технология изобретательства отличается низкой эффективностью. Пришедшая научно-техническая революция вызвала необходимость в его интенсификации и выработке методов активизации перебора вариантов. Классификация используемых методов генерирования идей показана на рис. 1.

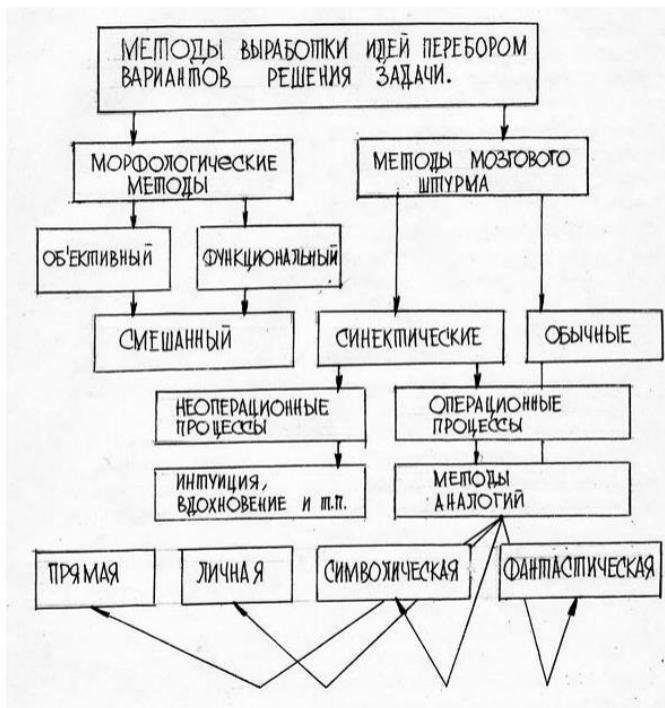


Рис. 1. – Классификация методов генерирования идей перебором вариантов решения задачи.

Методы решения научно-технических задач в строительстве

Морфологическое описание объекта дает представление о его строении и позволяет охватить все мыслимые варианты решения задачи.

В основу расчленения (декомпозиции) проблемы при ее морфологическом описании (анализе структуры объекта) могут быть положены три подхода: объективный, функциональный и смешанный.

При объективном подходе осуществляется выделение из проблемы подпроблем, каждая из которых может рассматриваться как самостоятельная проблема соответствующего уровня иерархии. При этом каждая подпроблема может быть описана информационно и функционально.

Объективный подход к декомпозиции проблемы рекомендуется в тех случаях, когда задача имеет количественно сложную структуру при небольшой сложности и разнообразии составляющих ее подзадач. В этом случае выделяют группы сходных по свойствам подзадач и анализируют наиболее типичную подзадачу каждой группы, благодаря чему существенно снижается размерность описания проблемы.

Функциональный подход, в основе которого положен функциональный признак, рекомендуется применять в том случае, когда число подзадач невелико, но их функциональное описание является весьма сложным. В этом случае выделяется группа сходных функций и рассматривается возможность их реализации независимо от принадлежности к тем или иным подзадачам.

Выбор подхода к анализу проблемы зависит от множества факторов, таких, как цель исследования, природа проблемы, ее масштабность и др. Поэтому иногда бывает трудно принять однозначное решение о принципе формирования структуры. В таких случаях используют смешанный объектно-функциональный принцип расчленения проблемы.

От выбора того или иного принципа структурирования зависит достоверность результатов научного исследования.

Пример. В легкой промышленности имеется проблема упаковки изделий. Схематично методику морфологического анализа проблемы применительно к какому-либо виду изделий можно представить следующим образом. Если по одной оси записать, скажем, 20 видов материалов (металл, дерево, картон, пластик и т.д.), а на другой – 20 видов форм (сплошная жесткая, сплошная гибкая, решетчатая упаковка, сетчатая и т.д.), получится таблица, включающая 400 сочетаний, каждое из которых соответствует одному варианту. Можно ввести и другие оси, неограниченно

наращивая число полученных вариантов. Общее количество полученных вариантов получают путем перемножения всех возможных альтернатив:

$$V = \prod_{i=1}^m P_i \quad (1)$$

где V – количество возможных вариантов,
 m – количество различных аспектов или признаков деления,
 P_i – количество элементов i -го типа.

Затем осуществляется упорядочение вариантов, решается задача выбора критериев и их оценка, с помощью которых выбирается подмножество оптимальных решений из множества вариантов. На заключительном этапе осуществляется выбор окончательного варианта решения.

К положительным сторонам метода морфологического анализа относится возможность учета максимального числа путей решения поставленной задачи, а к недостаткам – отсутствие в настоящее время алгоритмов варианта.

Мозговой штурм (мозговая атака) – психологический метод. Его автор Алекс Осборн родился в конце XIX века в Нью-Йорке. Впервые этот метод он применил при выдумке новых изделий и поиске новых идей для рекламы.

В основе метода лежит мысль об отделении процесса генерирования идей от процесса их оценки. Осборн предложил вести генерирование идей в условиях, когда критика запрещена; наоборот, всячески поощряется каждая идея, даже шуточная или явно нелепая. Для этого отбирают небольшую, по возможности разнородную группу (6-8 человек) "генераторов идей". Высказанные идеи записывают и передают группе экспертов для оценки или отбора перспективных. Таков смысл обычной мозговой атаки.

Философская концепция мозгового штурма основана на теории Зигмунда Фрейда. Считается, что в таких условиях под воздействием вырабатываются иррациональные (невыразимые в понятиях логики) идеи, которые позволяют выйти за пределы привычных представлений и стереотипов.

Улучшенным методом мозгового штурма является синектика. Смысл ее заключается в том, что используются постоянные группы "генераторов идей", которые накапливают опыт решения задач. Растет взаимопонимание, идеи схватываются с полуслова. В этом методе участвуют два механизма творчества: неоперационные и операционные процессы.

Методы решения научно-технических задач в строительстве

Неоперационные процессы основаны на интуиции, операционные – на использовании разного рода аналогий. Обратимся к последнему.

Гегель утверждал: "В умозаключении по аналогии мы из того, что вещи известного рода обладают известными свойствами, заключаем, что и другие вещи этого рода также обладают этим свойством".

Рабочими механизмами для выработки свежего взгляда на задачу являются аналогии:

- а) прямая – любая аналогия, например, из природы;
- б) личная – попытка взглянуть на задачу, отождествив себя с объектом и войдя в его образ;
- в) символическая – нахождение кратного символического описания задачи или объекта;
- г) фантастическая – изложение задачи в терминах и понятиях сказок, мифов, легенд.

С методом мозгового штурма мы сталкиваемся в телевизионной передаче "Что? Где? Когда?", в которой играющие команда чаще всего используют синектический принцип генерирования идей.

Синектика – предел того, что можно достичь, сохраняя принцип перебора вариантов. Этот принцип сравним с костяной иглой, что позволила человеку одеваться, однако промышленное производство одежды стало возможным только после изобретения челночного переплетения нитей и создания принципиально нового устройства – швейной машины. Точно так и современный творческий процесс требует принципиально отличающихся способов. Одним из них является недавно возникшая теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Суть ТРИЗ в том, что она принципиально меняет технологию выработки новых технических идей. Вместо перебора вариантов ТРИЗ предполагает мыслительные действия, опирающиеся на знания законов развития технических систем.

"ТРИЗНАЯ" технология решения сложных нестандартных задач построена на применении АРИЗ (алгоритма решения изобретательских задач).

АРИЗ, являясь комплексной программой (методикой) анализа и решения изобретательских задач включает в себя девять частей (в частности, модификация АРИЗ-85-Б):

1. Анализ задачи – переход от расплывчатой изобретательской ситуации к четко поставленной и предельно простой схеме (модели) задачи.

Методы решения научно-технических задач в строительстве

2. Анализ модели задачи – учет имеющихся ресурсов, которые можно использовать при решении задачи: ресурсов пространства, времени, вещества и полей.

3. Определение идеального конечного результата (ИКР) и физического противоречия (ФП), мешающего достижению ИКР.

4. Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов (веществ и полей, которые уже имеются или могут быть легко получены по условиям задачи).

5. Применение информационного фонда – использование опыта, сконцентрированного в информационном фонде ТРИЗ, т.е. имеющихся методик решения сходных задач.

6. Изменение или замена задачи. Если задача не решается буквальным преодолением ФП, например, разделением противоречивых свойств во времени или в пространстве, то обычно необходимо изменить смысл задачи – снять первоначальные ограничения, обусловленные психологической инерцией и до решения кажущиеся самоочевидными. Так как изобретательские задачи не могут быть сразу поставлены абсолютно точно, то эта часть может совмещаться с первой частью.

7. Анализ способа устранения ФП – это проверка качества полученного ответа, т.к. физическое противоречие должно быть устранено почти идеально. В противном случае можно получить плохо внедряемую слабую идею.

8. Применение полученного ответа – максимальное использование ресурсов найденной идеи, в том числе для многих аналогичных задач.

9. Анализ хода решения – такой анализ повышает творческий потенциал человека.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6.

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Решение научно-технических задач является основным занятием большинства специалистов в любой технической области, в том числе и в строительстве. В повседневной производственной деятельности инженер-строитель решает множество технических и технологических задач, базируясь на научных знаниях. В современных условиях невозможно решить ни одну значимую техническую или технологическую задачу без использования науки. Интенсификация интеллектуального труда требует от специалистов соответствующей квалификации и уровня ответственности знания и умения выполнять научные и экспериментальные исследования, анализировать полученные данные, обобщать и представлять результаты. Умение находить наиболее рациональные и экономичные технические и технологические решения, уверенное ориентирование в научно-технической информации, представление результатов своей работы – суть требований к специалистам современного уровня.

Развитие строительной отрасли сопряжено с необходимостью решения многих научно-технических задач. Эти задачи характеризуются различным уровнем сложности и новизны. Уровень сложности той или иной задачи зависит от квалификации и подготовленности специалистов, технических и экономических возможностей общества или предприятия. Новизна задачи может быть принципиальной, а может быть характерной только для данного предприятия или данного специалиста. В целом, научно-технические задачи, решаемые в строительстве, характеризуются очень большим разнообразием. Это обусловлено широким спектром конструкций и архитектурных решений современных зданий и сооружений, различными технологическими процессами, применяемыми при их возведении, эксплуатации, реконструкции и т.д. Решенные задачи служат основой для постановки новых задач, что способствует непрерывному и поступательному развитию строительной отрасли, как составной части экономики страны.

Среди множества задач, решаемых в строительстве, значительная часть приходится на научно-технические. Научные и технические задачи тесно взаимосвязаны. Невозможно решить техническую задачу без научных знаний, равно как и невозможно применение результатов фундаментальных наук без их технического приложения. Решение научно-технических задач

Методы решения научно-технических задач в строительстве

представляет собой единое, комплексное, поступательное развитие науки и техники.

Научные задачи заключаются в изучении законов изменения процессов под влиянием внешних и внутренних факторов. Основная научная задача состоит в объяснении сущности явления и прогнозировании его состояния и изменения.

Обобщение колоссального опыта, накопленного человечеством в различных областях знаний, позволяет выработать относительно универсальные и практически реализуемые рекомендации по решению тех или иных строительных задач. В этом аспекте можно говорить о теории, как совокупности принципов и идей, обобщающих практический опыт и составляющих базовую часть строительной науки.

Наука, как система состоит из подсистем, которые также называют науками: общественные, естественные, технические науки. Эти науки различаются между собой как предметами, так и методами исследований. Эти науки подразделяются также на фундаментальные и прикладные. Основная задача фундаментальных наук заключается в создании теоретической базы для прикладных наук. Задачей прикладных наук является применение результатов, полученных фундаментальными науками. Одной из важнейших частей прикладных наук являются технические науки.

Технические науки – это система знаний о закономерностях развития техники в различных областях человеческой деятельности. Технические науки являются базовой системой знаний для прикладной области и способствуют дальнейшему развитию и совершенствованию машин, механизмов, зданий, сооружений, различных технологий.

В технических науках предпочтительно применять математическую формализацию выдвигаемых гипотез, их проверку и аргументацию результатов. Это обусловлено тем, что специалисты одной профессии, одинаковой квалификации дают различное качественное описание одного и того же объекта. Математическая формализация позволяет перевести качественные описания в разряд чисел и за счет этого существенно снизить влияние случайных факторов.

В современных условиях в решении технических задач применяют знания, полученные биологами, психологами, физиологами, не говоря уж о математиках, физиках, химиках и философах.

На решение научно-технических задач прямое или косвенное влияние также оказывают знания, полученные во многих направлениях науки: экономика и организация производства, ки-

бернетика, гидравлика и др.

Основная цель науки заключается в описании, объяснении и в прогнозировании явлений и процессов, т.е. в теоретическом их отражении.

Особенностью развития науки является способность к накоплению знаний, получаемых в результате исследований. При этом новые результаты не перечеркивают имеющиеся достижения, а дополняют и уточняют их. С развитием науки увеличивается объем знаний, которые служат основой для новых исследований, переосмысления и дополнения имеющихся результатов.

Практическому решению технических задач предшествует научное исследование. Научное исследование представляет собой один из видов познавательной деятельности, характеризующийся объективностью, воспроизводимостью, доказательностью, точностью (понимаемой по-разному в различных областях науки). Научное исследование заключается в достоверном изучении объекта, его структуры и связей между элементами для возможности получения полезных результатов. Это является целью научного исследования. Научное исследование базируется на принципах, составляющих методологию научного поиска. На основе полученных новых знаний представляется возможным установить закономерности изменения объекта, разработать теорию, проверить теорию.

Все многообразие научного исследования можно представить двумя методами: теоретическим и эмпирическим.

Теоретический метод заключается в выявлении, изучении и использовании причинно-следственных связей между элементами объекта, позволяющих составлять прогноз его изменения под воздействием внутренних и внешних факторов. Теоретический метод решения научно-технических задач предполагает использование аксиом, гипотез и известных принципов. При этом изучаемый объект представляют в идеальном виде, отражающем реальные предметы и процессы. Теоретический метод решения научно-технических задач позволяет установить закономерности изменения процессов без непосредственного взаимодействия с объектом. Например, без визуального или приборного наблюдения, измерения и др. В основе теоретического метода лежит описание идеального объекта посредством математических или логических формул, чертежей, графиков, систем уравнений и пр.

Эмпирический метод исследования предполагает некоторое взаимодействие с изучаемым объектом. Эмпирический метод исследования позволяет выявить, изучить и описать объект в раз-

Методы решения научно-технических задач в строительстве

личных проявлениях его свойств и связей между внутренними элементами и внешними факторами.

Научно-технические задачи относятся к области прикладных наук, которые опираются на результаты исследований, полученных в фундаментальных науках. Несмотря на великое множество научно-технических задач, для их решения применяют два основных (базовых) метода: теоретический и экспериментальный. Дополнительными (но не второстепенными!) можно считать численные методы, математическое моделирование, компьютерное моделирование и др. Указанные дополнительные методы применяют тогда, когда по техническим или экономическим основаниям невозможно использование экспериментального исследования. Решение научно-технических задач тесно связано с теоретическими и экспериментальными исследованиями, с разработкой технических и технологических решений, формулированием темы исследований, выдвижением идей и гипотез, проверкой гипотез и уточнением теории. Решенные задачи служат основой для образования новых, разработка решений которых предстоит. Это обеспечивает развитие и совершенствование отрасли (в данном случае – строительной), ее прикладной науки, техники и технологии.

Теоретическое исследование представляет собой составление системы научных принципов и знаний об изучаемом предмете. Теоретическое исследование – это получение новых знаний в обобщенном виде. При решении научно-технических задач прикладного характера, теоретические исследования, как правило, предшествуют экспериментальным. Это значит, что исследователь составляет для себя общее представление об изучаемом объекте или его элементах, выдвигает идеи и гипотезы, анализирует уже имеющийся запас знаний в данной области и в смежных областях.

Экспериментальное исследование представляет собой изучение объекта при заранее запланированном и контролируемом воздействии. Экспериментальное исследование является важной частью работы в рамках решения научно-технических задач, в частности, в строительстве.

Экспериментальные исследования относятся к эмпирическим методам исследования. В прикладных науках различают активные и пассивные эксперименты. Пассивные эксперименты – это наблюдения. Наблюдение – это способ исследования, предполагающий невмешательство исследования в изучаемый процесс. При наблюдении исследователь получает знания о предмете не

изменяя условий процесса.

Эксперимент – это метод исследования, заключающийся в целенаправленном воздействии на изучаемый объект с фиксированием намеченных параметров в соответствии с разработанным планом. Планом должна быть предусмотрена возможность адекватного воспроизведения эксперимента.

Основной задачей экспериментальных исследований в области строительства является получение количественных значений физико-механических характеристик изучаемых объектов для установления закономерностей их возможного измерения. При экспериментальных исследованиях существуют два последовательных процесса: измерения (в лаборатории или на строительной площадке, или на полигоне); вычисления и математическая обработка измерений.

Измерения – это определение количественного показателя исследуемой величины с использованием известных приемов и измерительных приборов на основе эталонного значения измеряемого показателя. В зависимости от особенностей изучаемого объекта эксперимент может быть лабораторным, полевым, заводским или на строительной площадке. В любом случае для получения достоверных данных разрабатывают план эксперимента и составляют программу его проведения.

Математическое моделирование в строительстве представляет собой относительно недорогой, а иногда и единственный метод изучения параметров объекта. Основной частью математической модели является формализованный параметр изучаемого объекта. Специалисты одинаковой квалификации по разному воспринимают и качественно описывают один и тот же процесс или одно и то же явление. Для возможности составления математической модели необходимо преобразовать качественные признаки в количественные параметры, т.е. формализовать предмет исследования. Формализация представляет собой отображение качественных характеристик изучаемого объекта в виде знаков и символов. Основное достоинство формализации объекта заключается в том, что с формулами можно выполнять различные операции.

Научно-исследовательские работы различают по масштабности и степени их значимости для науки и для общества: научные или научно-технические задачи, научные или научно-технические проблемы, научные направления.

Научная или научно-техническая задача – это задача по разработке методики расчета, конструирования, проектирования, технологической реализации объекта. Научно-техническая задача

Методы решения научно-технических задач в строительстве

является, как правило, составной частью научной или научно-технической проблемы соответствующего научного направления.

Научная или научно-техническая проблема представляет собой крупную задачу, решаемую в рамках научного направления на основе общей теории и методологии исследования. При решении научно-технической проблемы разрабатывают, уточняют или существенно дополняют имеющиеся теоретические положения научного направления. Результаты исследования и решения научно-технической проблемы имеют важное значение для отрасли и хозяйственной жизни региона или страны в целом.

Научно-техническая проблема выдвигается самой жизнью в результате производственно-хозяйственной деятельности людей в отрасли. Перед специалистами остается задача предложить ее формулу. Это сложная и ответственная задача, решение которой заключается в следующем:

- формулирование в общем виде основного вопроса, подлежащего исследованию;
- определение цели исследования и ожидаемого результата;
- разработка структуры проблемы с выделением отдельных самостоятельных направлений и тем исследований;
- формулирование комплекса научно-технических задач;
- формулирование тем отдельных научно-технических задач.

Научное направление – это область научных исследований, посвященных решению нескольких научных или научно-технических проблем, объединенных общей теорией и методологией решения. Научные работы в рамках научного направления осуществляют на основе общих существенных связей и научных законов.

Тема исследования – это основное содержание исследования. Тема исследования должна быть актуальной – это очевидно. Формулирование темы является важным элементом научного исследования, поскольку оно определяет главное направление и задает философскую линию исследования. Название темы должно содержать ключевые понятия исследования. Это позволяет понять и наиболее полно отразить суть работы. Наименее продуктивным можно считать название темы, сформулированное по принципу "о чем". Формулирование темы начинают с рабочего названия, которое затем корректируют и уточняют. Название темы не должно быть многословным – не более 10 значащих слов, а лучше – восемь. Обычно этого бывает достаточно для того, чтобы

Методы решения научно-технических задач в строительстве

кратко и ясно без вводных слов и ненужной детализации сформулировать название темы исследования. Очень часто бывает, что окончательное название темы может быть сформулировано по завершении исследования.

Таким образом, решение научно-технических задач базируется на теоретических и экспериментальных исследованиях, проводимых по известным или специально разрабатываемым методикам. Это позволяет получить достоверные и значимые результаты, имеющие перспективу дальнейшего развития и практического применения.

При изучении физико-механических свойств строительных материалов, элементов и конструкций приходится исследовать зависимость одной величины от каких-либо других величин, например, от давления, температуры, времени и т.п. Такие исследования наиболее часто выполняют в ходе экспериментов. Эксперименты являются основным способом изучения процессов и явлений в пределах точности контрольно-измерительных приборов и возможностей оборудования. Экспериментальные исследования позволяют установить зависимости между переменными и проверить теоретические положения и гипотезы. Для рационального использования временных, интеллектуальных, материальных и финансовых ресурсов перед проведением экспериментальных исследований составляют план-схему, в которой разрабатывают методику выполнения работ. Планирование эксперимента позволяет также получать максимум достоверной информации из результатов измерений и наблюдений.

При выполнении научно-исследовательских работ подготовка и проведение эксперимента наиболее часто осуществляется в следующем порядке:

- определение цели, выдвижение рабочей гипотезы и постановка задач экспериментального исследования;
- разработка программы эксперимента;
- выбор технических средств и парка измерительных приборов и аппаратуры;
- математическое планирование эксперимента;
- проведение эксперимента;
- математическая обработка данных;
- анализ полученных данных и представление результатов эксперимента.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7.

МОДЕЛИРОВАНИЕ, КАК СРЕДСТВО ОТРАЖЕНИЯ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения и изучения их моделей называется моделированием. Это одна из основных категорий теории познания. На идее моделирования по существу базируется любой метод научного исследования – как теоретический (при котором используются различного рода знаковые, абстрактные модели), так и экспериментальный (использующий предметные модели).

Сущность моделирования заключается в исследовании объекта с помощью заменителя – модели, что позволяет по результатам опытов на модели судить о явлениях происходящих в "натурных условиях".

В основе моделирования лежит теория подобия, которая предполагает, что процессы и явления подобны, если между ними существует соответствие, определяемое критериями подобия.

Критерии подобия – это безразмерные комплексы параметров процесса или явления, их отвлеченные характеристики, полученные в результате абстрагирования и идеализации.

Высказанное суждение можно представить простыми формулами вида:

$$X_M = K_X * X_N; X_N = X_M/K_X, \quad (2)$$

где X_N – значение какой-либо величины в натуральных условиях;
 X_M – значение соответствующей величины на модели;
 K_X – коэффициент подобия.

Для каждого рода величин коэффициент подобия (масштаб моделирования) должен быть постоянным: например, отношение $L/I = K_l$ линейных размеров в натуре к сходственным размерам на модели должно равняться одному и тому же числу K_l .

Все виды моделирования подразделяются на четыре класса:

1. Макет исследуемого объекта – представляет собой его внешнее пространственное изображение, характеризует взаимодействие и взаимосвязь отдельных частей объекта.

2. Физическая модель объекта (процесса) – в вещественном виде с большей или меньшей точностью воспроизводит процессы, происходящие в исследуемом объекте.

3. Предметно-математическая модель – позволяет исследовать объект путем изучения явлений и объектов иной физи-

ческой природы.

4. Математическая модель – способ описания объективно существующих явлений с помощью математической символики.

Модели широко используются при исследовании и проектировании различных технологических объектов (в т.ч. машин и аппаратов легкой промышленности) для определения на модели тех или иных свойств (характеристик) как объекта в целом, так и отдельных его частей. Например, при исследовании на физической модели процесса или рабочих органов машин для обработки деталей деформированием (тиснение, предварительное формование подошв, стелек, обтяжка и затяжка верха обуви и др.) должны соблюдаться условия подобия.

Характерным для физического моделирования является:

- относительно полное воспроизведение свойств моделируемого объекта;
- возможности использования аппаратуры для регистрации показаний измерения без использования преобразующих устройств, вносящих дополнительные погрешности и искажения;
- возможности изучения явлений, не поддающихся математическому описанию;
- дороговизна моделей сложных объектов;
- трудность варьирования некоторыми параметрами моделируемого объекта в необходимых границах.

Пример деформированных кожевенных или полимерных материалов может использоваться при предметно-математическом моделировании их реологических свойств с составлением уравнений их деформационного поведения. Так, упругая деформация, описываемая уравнением $F = CS$, где C – жесткость; S – абсолютная деформация, моделируется пружиной.

Пластическая деформация моделируется гидравлическим катарактом с вязким трением (например, системой цилиндр-поршень) Математически такая деформация интерпретируется следующим уравнением:

$$F = D * \left(\frac{dS}{dt}\right), \quad (3)$$

где D – жесткость катаракта (коэффициент численно равный нагрузке (H), необходимой для скольжения поршня со скоростью 1 м/сек).

Для моделирования высокоэластической деформации соединяют параллельно пружину и катаракт, получим так называемую модель Кельвина-Фойхта. При этом их деформации оди-

Методы решения научно-технических задач в строительстве

наковые, а суммарное сопротивление равняется внешней нагрузке

$$F = cS + D * \left(\frac{dS}{dt}\right), \quad (4)$$

Таким образом, в приведенной предметно-математической модели напряжение моделировалось нагрузкой, модуль мгновенной упругости – жесткостью пружины, вязкость пластического течения – жесткостью катаракта, вязкость и модуль высокоэластической деформации – жесткостью катаракта и пружины элемента Фойхта.

Таким образом, в приведенной предметно-математической модели напряжение моделировалось нагрузкой, модуль мгновенной упругости – жесткостью пружины, вязкость пластического течения – жесткостью катаракта, вязкость и модуль высокоэластической деформации – жесткостью катаракта и пружины элемента Фойхта.

Наряду с механическим, широко используется и электрическое моделирование, обладающее рядом достоинств: простота, компактность, дешевизна и т.п. При электрическом моделировании даже в самых сложных случаях можно ограничиться моделью, состоящей из набора простых деталей: конденсаторов, индуктивностей и резисторов. Их комбинации позволят массу моделировать индуктивностью; силу – электрическим напряжением; скорость – силой тока; податливость, мягкость, упругость – емкостью; смещение – электрическим зарядом и т.п.

Наиболее абстрактным и идеальным отображением исследуемого объекта является математическая модель. Такой тип исследования осуществляется на моделях, физическая природа которых отличается от физической природы оригинала, благодаря чему значительно упрощается сам процесс моделирования. Например, с помощью одних и тех же формул можно моделировать аэродинамические и гидродинамические явления, колебания струн и мембран, особенности поведения электронов в атомах и молекулах и т.п.

Математическая модель явления представляет собой гипотезу, выраженную системой символов.

Существуют, в основном, два метода разработки математических моделей: теоретический и экспериментально-статистический.

Теоретический метод основан на изучении физико-математических и физико-химических закономерностей

Методы решения научно-технических задач в строительстве

объекта, составлении и решении систем уравнений в алгебраической, дифференциальной и конечно-разностной форме.

Экспериментально-статистический подход основан на статистической обработке результатов экспериментов, организованных специальным образом. Главное достоинство моделей, получаемых на основе теоретического исследования, заключается в их большой прогностической мощи. Зная достаточно полно описание поведения объектов, можно с большей степенью достоверности предсказывать их поведение в самых разнообразных условиях.

Слабое место такого подхода – трудность создания хорошей теории сложных явлений и процессов.

Получить модели для большого класса объектов легкой промышленности весьма сложно и есть сомнения, что можно достичь цели в обозримый срок.

Обычным недостатком теоретических математических моделей является и то, что при их разработке принимается ряд таких допущений, что эти модели при практическом применении не дают ожидаемых результатов.

Значительный интерес представляют более доступные и зачастую более эффективные экспериментально-статистические методы, исследования сложных объектов, имеющие своей целью, как отыскание математического описания, так и оптимизацию объектов и процессов по этим моделям.

Общим и главным недостатком всех математических моделей является их недостаточная наглядность, особенно на первых этапах исследования, что ведет иногда к явному или скрытому подсознательному сопротивлению исследователя применению математических методов при разработке модели. Поэтому, вероятно, наиболее целесообразным является применение последовательного метода моделирования путем создания макета, физической модели, предметно-математической модели и математической модели, как завершающего этапа исследования.