

Научные методы в проектировании

Лекция 14

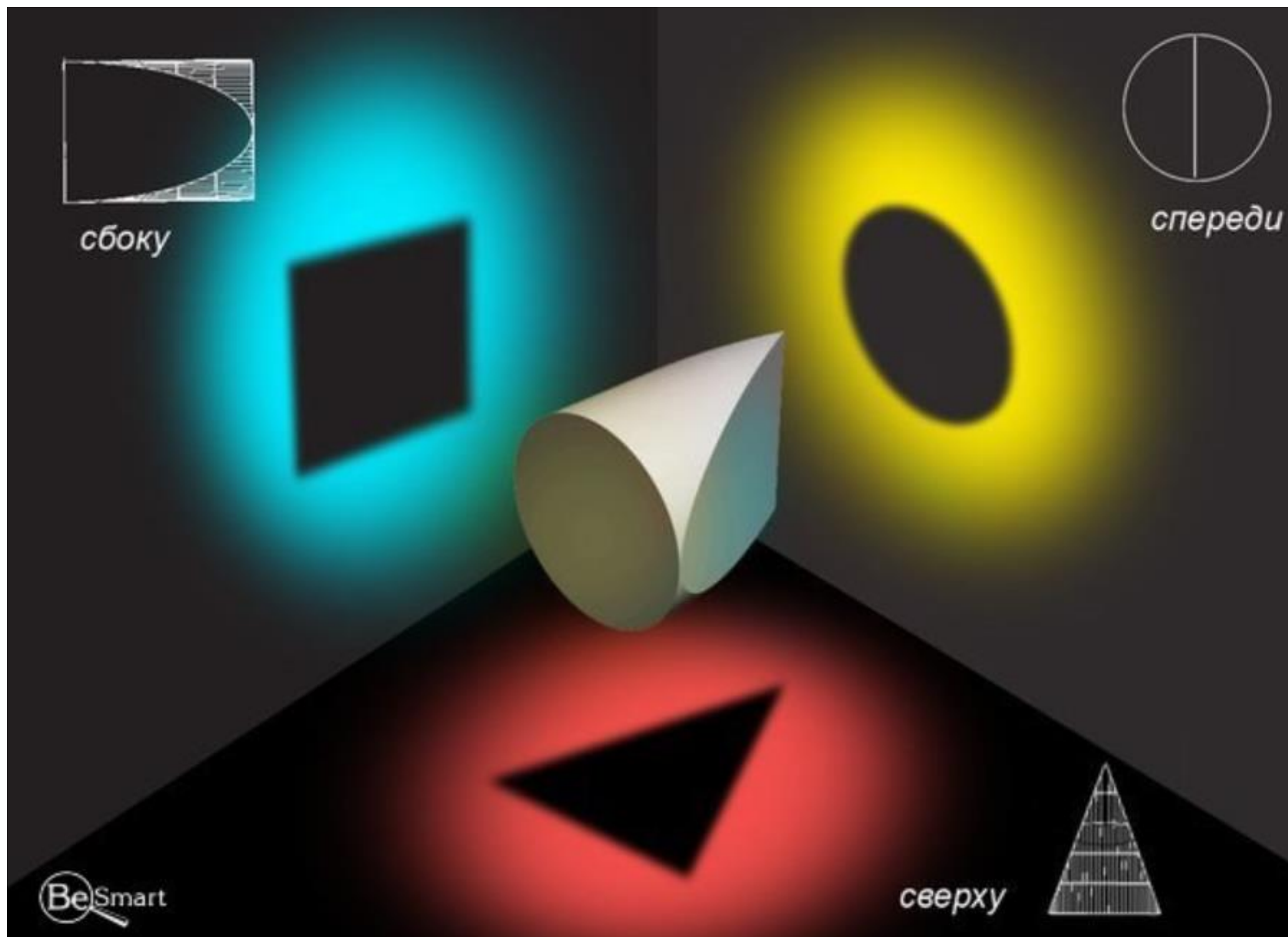
Программирование как научная деятельность

Овчинников П.Е.

МГТУ «СТАНКИН»,

ст.преподаватель кафедры ИС

Точка зрения определяет все



Терминология: познание и научный метод

Познание, когниция

совокупность процессов, процедур и методов **приобретения знаний** о явлениях и закономерностях объективного мира.

Познание — основной предмет гносеологии. Устанавливая сущность познания, его формы и принципы, теория познания стремится ответить на вопрос, **как возникает знание** и как оно **соотносится с действительностью**.

Познание изучается не только философией. Существует ряд других специальных наук и научных дисциплин, исследующих тот же предмет: когнитивная психология, научная методология, история науки, науковедение, социология знания и т. д.

Научный метод

система **категорий**, ценностей, регулятивных принципов, **методов обоснования**, образцов и т. д., которыми руководствуется в своей деятельности научное сообщество

Метод включает в себя **способы исследования феноменов**, систематизацию, **корректировку** новых и полученных ранее **знаний**

Важной стороной научного метода, его неотъемлемой частью для любой науки, является требование объективности, исключающее субъективное толкование результатов

Научный метод: теория, гипотеза, закон

Теория (др.-греч. θεωρία «рассмотрение, исследование»)

система знаний, обладающая **предсказательной силой** в отношении какого-либо явления

Теории формулируются, разрабатываются и проверяются в соответствии с научным методом

Гипотеза (от др.-греч. ὑπόθεσις — «основание», «предположение»)

недоказанное утверждение, **предположение** или **догадка**

Как правило, гипотеза высказывается на основе ряда **подтверждающих** её **наблюдений** (примеров) и поэтому выглядит правдоподобно. Гипотезу впоследствии или **доказывают**, превращая её в установленный факт (см. теорема, теория), или же **опровергают** (например, указывая контрпример), переводя в разряд ложных утверждений.

Закон

вербальное и/или математически сформулированное утверждение, которое описывает соотношения, связи между различными научными понятиями, предложенное в качестве **объяснения фактов** и признанное на данном этапе научным сообществом согласующимся с экспериментальными данными.

Непроверенное научное утверждение называют **гипотезой**

Научный метод: моделирование и имитация

Моделирование

изучение объекта посредством моделей с **переносом** полученных **знаний** на **оригинал**

- **предметное** моделирование
создание моделей **уменьшенных копий** с определёнными свойствами, дублирующими оригинальные
- **мысленное** моделирование
с использованием мысленных **образов**
- **знаковое** или **символическое**
представляет собой использование **формул, чертежей**
- **компьютерное**
компьютер является и средством, и объектом изучения, **моделью** является **компьютерная программа**

Моделирование и имитация (англ. **Modeling and simulation, M&S**)

использование моделей (например, физического, математического или логического представления системы, объекта, явления или процесса) в качестве основы моделирования в целях получения данных, используемых для принятия управленческих или технических решений

Научный метод: макет, модель, прототип

[ГОСТ 15.101-98](#) Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Порядок выполнения научно-исследовательских работ

макет (англ. [mockup](#))

упрощенное воспроизведение в определенном масштабе **изделия** или его **части**, на котором исследуются отдельные характеристики изделия, а также оценивается правильность принятых технических и художественных решений

модель (англ. [physical model](#))

изделие, воспроизводящее или имитирующее **конкретные свойства** заданного изделия и изготовленное для проверки принципа его действия и определения характеристик

экспериментальный образец (прототип, англ. [prototype](#))

образец продукции, обладающий **основными признаками** намечаемой к разработке продукции, изготавливаемый с целью **проверки** предполагаемых решений и **уточнения** отдельных **характеристик** для использования при разработке этой продукции

Научный метод: эксперимент

Эксперимент (от [лат.](#) *experimentum* — проба, опыт) в научном методе набор действий и наблюдений, выполняемых для **проверки** (истинности или ложности) **гипотезы** или научного исследования причинных связей между феноменами

Эксперимент является краеугольным камнем **эмпирического подхода** к **знанию**.

[Критерий Поппера](#) выдвигает в качестве главного отличия **научной теории** от псевдонаучной возможность **постановки эксперимента**, прежде всего такого, который может дать опровергающий эту теорию результат.

Одно из главных требований к эксперименту — его [воспроизводимость](#)

[ГОСТ 24026-80](#) Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения
эксперимент

система **операций**, **воздействий** и (или) **наблюдений**, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях

Научный метод: опыт и фактор

ГОСТ 24026-80 Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения

план эксперимента

совокупность данных, определяющих:

- **число**
- **условия** и
- **порядок**

реализации опытов

опыт

воспроизведение исследуемого явления **в определенных условиях** проведения эксперимента при **возможности регистрации** его результатов

фактор

переменная величина, по предположению **влияющая на результаты** эксперимента

Факторный анализ

многомерный метод, применяемый для изучения взаимосвязей между значениями переменных. Предполагается, что известные переменные зависят от меньшего количества неизвестных переменных и случайной ошибки

Терминология: знание

Знание (англ. knowledge)

осведомленность, **осознание** или **понимание** кого-то или чего-то, например фактов (пропозициональное знание), навыков (процедурное знание) или объектов (знание знакомства).

По мнению большинства, знания можно получить разными способами и из многих источников, включая, помимо прочего, восприятие, разум, память, свидетельства, научные исследования, образование и практику

Знания

структурированная информация, т. е. связанная причинно-следственными и иными отношениями и образующая систему

Научные знания могут быть:

- **эмпирическими** (на основе **опыта** или **наблюдения**)
- **теоретическими** (на основе анализа **абстрактных моделей**)

Научные знания в любом случае должны быть **обоснованными** на эмпирической или теоретической доказательной основе

Терминология: мышление, интеллект, сознание

[ГОСТ Р 43.4.4-2019](#) Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Система "человек-информация". Осмысление информации

знание

проверенный практикой **результат познания** действительности, ее верное отражение в **мышлении** человека

мышление

способность человека **рассуждать, сравнивать** явления действительности, делать **выводы**.

интеллект

совокупность умственных способностей человека, выражающаяся в его познавательных возможностях, определяющая его готовность к **усвоению** и **использованию знаний** и **опыта**, а также к разумному поведению в проблемных ситуациях

[ГОСТ Р 43.0.21-2020](#) Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Сознание и самосознание

самосознание

осознание человеком самого себя и собственных качеств

сознание

высший уровень психического **отражения** человеком **действительности**, ее представление в виде обобщенных **образов** и **понятий**

Терминология: теоретические знания

ГОСТ Р 43.4.4-2019 Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Система "человек-информация". Осмысление информации

информация

результат взаимодействия данных и информационных методов, рассматриваемый в контексте этого взаимодействия.

сведение

семантическое **информационное образование** для осуществления информационных **взаимодействий**.

ГОСТ 7.0-99 СИБИД. Информационно-библиотечная деятельность, библиография. Термины и определения

информация

сведения, воспринимаемые человеком и (или) специальными устройствами как отражение фактов материального или духовного мира в процессе коммуникации

Федеральный закон от 27.07.2006 N 149-ФЗ (ред. от 21.07.2014) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»

информация

сведения (сообщения, данные) независимо от формы их представления

Терминология: теоретические знания

ГОСТ 34.321-96 Информационные технологии. Система стандартов по базам данных. Эталонная модель управления данными
данные

информация, представленная в формализованном виде, пригодном для передачи, интерпретации или обработки с участием человека или автоматическими средствами

Теоретические знания:

- **абстракции**
- **аналогии**
- **схемы**

отображающие

- **структуру** и
- природу **процессов изменения** объектов, протекающих в **предметной области**.

Эти знания **объясняют явления** и могут использоваться для **прогнозирования** поведения объектов

Терминология: экспликация и импликация

Экспликация (лат. *explicatio* — объяснение, развёртывание)

метод развёртывания (раскрытия) сущности того или иного предмета (явления) через некоторое многообразие иных предметов и явлений

Онтология (новолат. *ontologia* от др.-греч. ὄν, род. п. ὄντος — сущее, то, что существует + λόγος — учение, наука)

учение о сущем; учение о бытии как таковом; раздел философии, изучающий фундаментальные принципы бытия, его наиболее общие сущности и категории, структуру и закономерности

Онтология в информатике

попытка всеобъемлющей и подробной формализации некоторой области знаний с помощью концептуальной схемы. Обычно такая схема состоит из структуры данных, содержащей все релевантные классы объектов, их связи и правила (теоремы, ограничения), принятые в этой области

Импликация (от лат. *implicatio* — «связь»)

бинарная логическая связка, записываемая как **посылка** → **следствие**

посылка является условием, достаточным для выполнения следствия

следствие является условием, необходимым для истинности посылки

Терминология: высказывания и предикаты

Высказывание в математической логике

предложение, выражающее суждение.

Если суждение, составляющее содержание (смысл) некоторого высказывания, истинно, то и о данном высказывании говорят, что оно **ИСТИННО**. Сходным образом **ЛОЖНЫМ** называют такое высказывание, которое является выражением ложного суждения. Истинность и ложность называются логическими, или истинностными, значениями высказываний

В логике предикатов высказывательной формой (формой высказывания, предикатом) называется

неполное логическое **высказывание**, в котором один из объектов заменён предметной **переменной**.

При подстановке вместо такой переменной какого-либо значения высказывательная форма превращается в высказывание. В качестве предметных переменных в естественном языке выступают общие имена, представляющие классы предметов и заменяемые в формализованных языках специальными символами.

Форма сходна с высказыванием, однако она не истинна и не ложна (неопределенно-истинна), поскольку неизвестно, к чему относится утверждение или отрицание

Терминология: понятие и суждение

ГОСТ Р 43.4.4-2019 Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Система "человек-информация". Осмысление информации

К формам мышления при осмыслении информации относятся понятие, суждение, умозаключение.

суждение

высказывание, содержащее определенную мысль.

умозаключение

представляет собой серию логически связанных высказываний, из которых выводится новое знание.

понятие

система суждений о некотором классе предметов (явлений), выделяющая их наиболее общие признаки.

Понятие в зависимости от типа абстракции и обобщения, образующих основу его познания, выступает как **эмпирическое** или **теоретическое**.

Эмпирическое представление фиксирует одинаковые предметы в каждом отдельном классе предметов на основе сравнения.

Специфическим содержанием теоретического представления выступает объективная связь всеобщего и единичного (целостного и отличного).

Терминология: дедукция и индукция

Дедукция (лат. *deductio* — выведение, также **дедуктивное умозаключение, силлогизм**)

метод мышления, следствием которого является логический вывод, истинность которого гарантируется истинностью посылок. Также может определяться логико-методологическая процедура, посредством которой осуществляется переход **от общего к частному** в процессе рассуждения.

Индукция (лат. *inductio* — наведение, от лат. *inducere* — влечь за собой, установить)

процесс логического вывода на основе перехода **от частного** положения **к общему**. Индуктивное умозаключение связывает частные предпосылки с заключением не строго через законы логики, а скорее через некоторые фактические, психологические или математические представления.

Логика (др.-греч. λογική — «наука о правильном мышлении», «способность к рассуждению» от др.-греч. λόγος — «логос», «рассуждение», «мысль», «разум», «смысл»)

нормативная наука о законах, формах и приемах интеллектуальной деятельности

Закон исключённого третьего (лат. *tertium non datur*, то есть «третьего не дано»)

закон классической логики, состоящий в том, что из двух высказываний — «А» или «не А» — одно обязательно является истинным

Терминология: силлогизмы

Простой категорический силлогизм (др.-греч. συλ-λογισμός «подытоживание, подсчёт, умозаключение» от συλ- (συν-) «вместе» + λογισμός «счёт, подсчёт; рассуждение, размышление»)

дедуктивное умозаключение, состоящее из трёх простых атрибутивных суждений: двух посылок и одного заключения

Термины:

S меньший термин: субъект заключения;

P больший термин: предикат заключения;

M средний термин: входит в обе посылки, но не входит в заключение.

Посылки:

Большая посылка — посылка, содержащая P — предикат заключения.
Записывается первой.

Меньшая посылка — посылка, содержащая S — субъект заключения.
Записывается второй.

Всякая селедка (P) является рыбой (M)

Всякая рыба (M) имеет хвост (S)

Всякая селедка (P) имеет хвост (S)

Терминология: доказуемость

Математическая лóгика (теоретическая логика, символическая логика)
раздел математики, изучающий математические обозначения, формальные системы, доказуемость математических суждений, природу математического доказательства в целом, вычислимость и прочие аспекты оснований математики

Интуиционистская логика

в интуиционистской математике суждение считается истинным, только если его можно доказать некоторым «мысленным экспериментом»

То есть истинность утверждения «Существует объект x , для которого верно суждение $A(x)$ » доказывается **построением такого объекта**, а истинность утверждения « A или B » доказывается либо доказательством истинности утверждения A , либо доказательством истинности утверждения B .

Многозначная лóгика

тип формальной логики, в которой допускается более двух истинностных значений для высказываний. В настоящее время существует очень много систем многозначной логики, которые в свою очередь могут быть сгруппированы по классам. Важнейшими из таких классов являются частичные логики и нечёткие логики

Терминология: интеллектуальная собственность

Интеллектуальная собственность

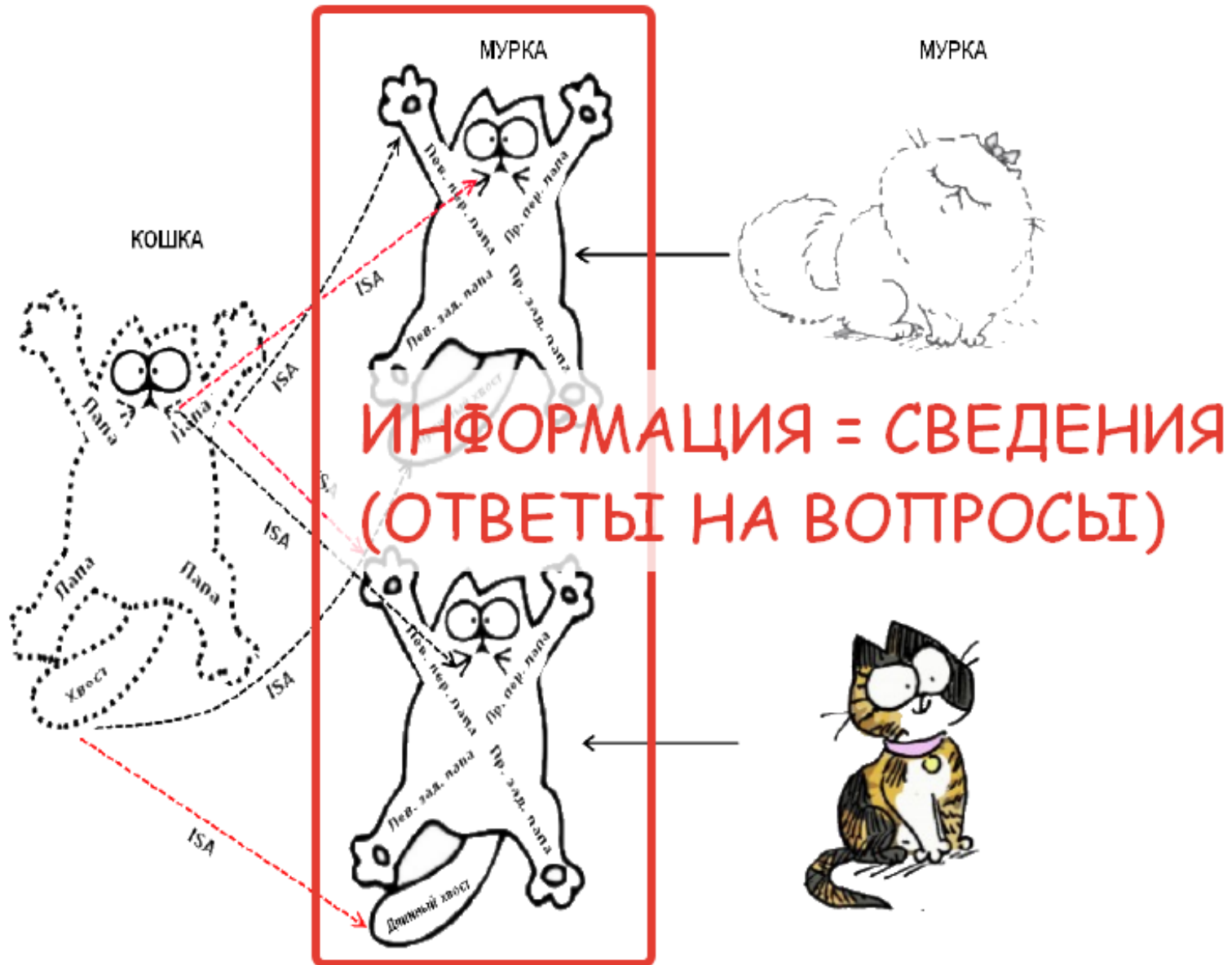
в широком понимании термин означает закреплённое законом временное исключительное право, а также личные неимущественные права авторов на результат интеллектуальной деятельности или средства индивидуализации

Законодательство, которое определяет права на интеллектуальную собственность, устанавливает монополию авторов на определённые **формы использования** результатов своей интеллектуальной, творческой деятельности, которые, таким образом, могут **использоваться другими лицами** лишь с **разрешения первых**

Открытый контент (англ. *Open content*) — неологизм, придуманный по аналогии с открытым ПО (англ. *open source*), описывает любое творческое произведение или контент, опубликованный по лицензии, явно разрешающей копирование и изменение этой информации кем угодно, а не только закрытой организацией, фирмой или частным лицом. Открытый контент — это альтернативная парадигма использованию копирайта для создания монополий.

Открытый контент способствует целям демократизации знаний. Крупнейшим open content проектом является Википедия.

Объектно-ориентированный подход



Объектно-ориентированный подход: атрибуты

```
<xsd:element name="Кошка">
  <xsd:complexType>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="Имя" type="xsd:string"/>
      <xsd:element name="Лапы" type="xsd:string">
        <xsd:element name="Шерсть" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="Когти" type="xsd:boolean"/>
      </xsd:element>
      <xsd:element name="Морда" type="xsd:string">
        <xsd:element name="Шерсть" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="Усы" type="xsd:positiveInteger"/>
        <xsd:element name="Глаза" type="xsd:string"/>
      </xsd:element>
      <xsd:element name="Хвост" type="xsd:string">
        <xsd:element name="Шерсть" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="Длина" type="xsd:positiveInteger"/>
      </xsd:element>
      <xsd:element name="Кисточки на ушках" type="xsd:boolean"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Терминология: программирование

[ГОСТ 19781-90](#) Обеспечение систем обработки информации программное.
Термины и определения

Программирование (Programming)

научная и практическая **деятельность** по созданию программ

Объектно-ориентированное программирование (Object-oriented programming)

метод построения программ как совокупностей **объектов** и **классов** объектов, которые могут вызывать друг друга для выбора и выполнения операций.

Примечание

Объекты состоят из **данных** и **операций** над данными

[ГОСТ 19.102-77](#) Единая система программной документации (ЕСПД).
Стадии разработки

1. Техническое задание

- обоснование необходимости разработки программы
- **научно-исследовательские работы**
- разработка и утверждение технического задания

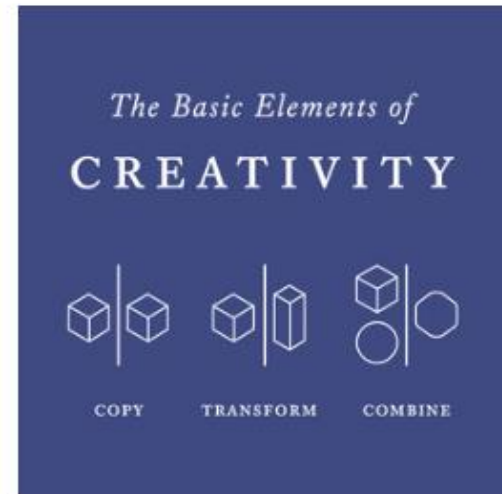
Проблематика: генерация идей

Источники идей

Существует множество способов генерации идей (например, метод мозгового штурма), но на практике, как правило, все проще.

Если посмотреть на появляющиеся на рынке стартапы, то можно заметить, что лишь малая часть из них является уникальной, а остальные созданы одним из трех методов, приведенных на рисунке ниже:

- **Копирование** (клонирование): как правило, копируют идею (не продукт)
- **Трансформация**: дополнение существующей идеи
- **Комбинирование**: объединение нескольких идей



Продукт-ориентированные методологии (PDM)

PDM часто используют в уже действующих компаниях для запуска нового продукта. Что при этом происходит?

Этап 1: концепция. На данном этапе авторы проекта формируют и формализуют концепцию своего проекта, т.н. видение. Сначала в виде краткого описания проекта, потом в виде технико-экономического обоснования (ТЭО), после чего создают бизнес-план проекта, где отражены концепция продукта, целевая аудитория, *бизнес-модель* и стратегия продаж, финансовый прогноз денежных потоков, инвестиционная привлекательность проекта и т.д. Чаще всего, бизнес-план делается авторами проекта для того, чтобы получить инвестиции

Большинство проектов никогда не переходят на следующую стадию, так как постоянно переписывают бизнес-план и ищут инвестора, готового вложиться на столь ранней стадии

На практике, очень мало частных или институциональных инвесторов готовы вложить в проект, у которого нет даже **прототипа**

Продукт-ориентированные методологии (PDM)

PDM часто используют в уже действующих компаниях для запуска нового продукта. Что при этом происходит?

Этап 2: разработка продукта. На следующей стадии стартап собирает и анализирует информацию о рынке, спросе на нём, основных игроках и конкурентах. Как правило, эта информация берётся из интернета и печатных изданий

В лучшем случае, проводится несколько интервью с потенциальными клиентами (т.н. фокус-группы)

Этап 3: тестирование. На данном этапе сначала проводится alpha-тестирование продукта, т.е. соответствие функциональности продукта заявленной спецификации, исправляются наиболее грубые недочёты и ошибки

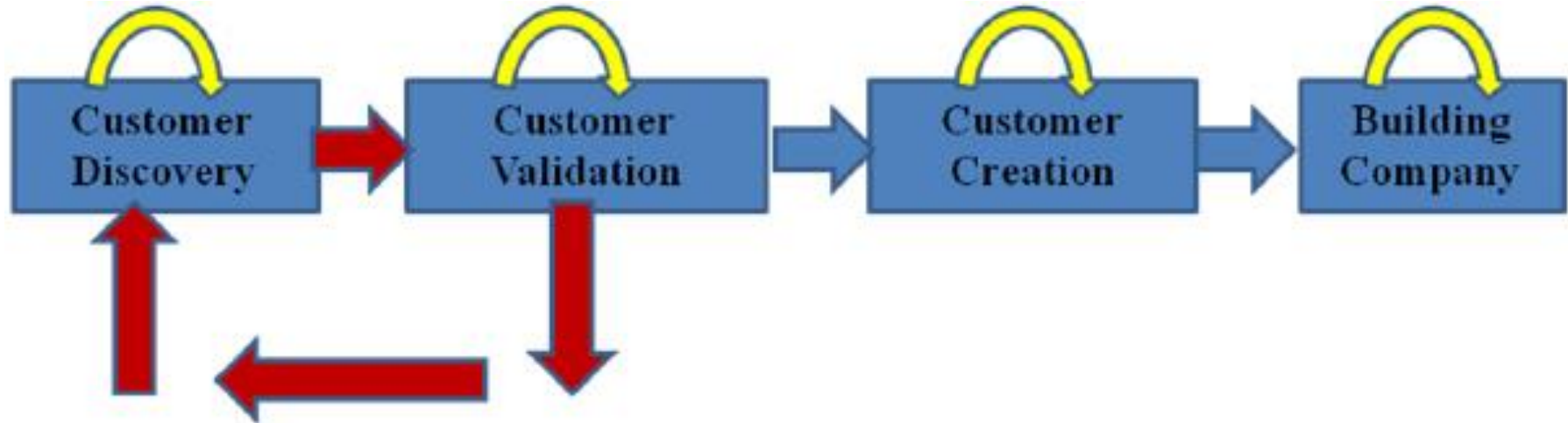
Обычно оно проходит внутри компании силами разработчиков и тестеров. После этого продукт дорабатывается и проходит уже beta-тестирование: ошибки в работе продукта ищет ограниченный круг "потенциальных пользователей"

Продукт-ориентированные методологии (PDM)

Основная идея *Customer Development Methodology* - как можно раньше и как можно чаще проверять все свои идеи и предположения о будущем продукте на будущих клиентах

Эта модель состоит из 4 стадий развития:

- **Customer discovery** – выявление потребителя
- **Customer validation** – верификация потребителей
- **Customer creation** – создание спроса
- **Company building** – построение компании



Продукт-ориентированные методологии (PDM)

Работа с гипотезами - действия на первом этапе *CDM - Customer Discovery*

Этот этап является итеративным и состоит из 4-х последовательных фаз или процессов.

- Фаза 1: **постановка гипотез** (state hypotheses)
- Фаза 2: **проверка гипотез** (test & qualify hypotheses)
- Фаза 3: проверка **концепции продукта** (test & qualify the product concept)
- Фаза 4: **анализ** (verify)

Фаза 1: постановка гипотез

Когда компания подходит к фазе 1, на которой формулируются и записываются все первоначальные предположения (гипотезы), команде требуется написать по 1-2 страницы своих предположений о следующих элементах:

- **продукт**
- **потребитель и его проблема**
- **канал продаж и ценовая политика**
- **создание спроса**
- **тип рынка**
- **конкуренция**

Продукт-ориентированные методологии (PDM)

Фаза 2: тестирование гипотез

В этой фазе вы тестируете и квалифицируете гипотезы из фазы 1.

После получения обратной связи от потребителей гипотезы остаются в неизменном виде в очень редких случаях

Поэтому вы будете **не только проверять** свои предположения, но и **изменять** их на основе новой полученной информации

Помните, что вы идете к потребителям **не** для того, чтобы выяснить, **нравится ли им ваш продукт**.

Ваша цель – проверка предположений, в том числе – о проблемах потребителей

Если **предположения** в корне **ошибочны** – не имеет значения, насколько хорош сам продукт – его просто никто не купит, так он **никому не нужен**

Продукт-ориентированные методологии (PDM)

Фаза 3: тестирование концепции продукта

В третьей фазе вы переходите к тестированию гипотез о продукте на потенциальных потребителях

Цель данного этапа – не продать продукт, а **получить обратную связь**

Используйте схемы и графики, чтобы формализовать и обобщить полученную Вами информацию. Сравните эти описания с вашими первоначальными гипотезами:

- **Какие проблемы** на самом деле **есть у потребителей?**
- **Насколько они серьезны для них?**
- **Как сейчас их решают?**
- **Опишите работу потребителей с вашим продуктом и без него. Насколько велика разница?**
- **Готовы ли потребители за это платить?**
- **Что нового вы узнали о потребителях?**
- **Что было самым удивительным?**
- **Что вас разочаровало?**

Продукт-ориентированные методологии (PDM)

Если ваш продукт хотя бы отчасти решает проблемы потребителей, рассмотрите внимательнее **ГИПОТЕЗЫ** и **СПИСОК СВОЙСТВ**

Расположите свойства продукта в порядке **убывания их важности** для потребителей

Помните, что цель – найти **МИНИМУМ** необходимых свойств продукта, а **не** бесконечно **ДОПОЛНЯТЬ ИХ СПИСОК**

Шкала APDEX

№ п. /п.	Значение <u>от</u>	Значение <u>до</u>	Оценка
1.	0.00	0.50	неприемлемо
1.	0.50	0.70	очень плохо
2.	0.70	0.85	плохо
3.	0.85	0.94	хорошо
4.	0.94	1.00	отлично

APDEX рассчитывается по формуле:

$$APDEX = (NS + NT/2)/N,$$

где:

- 1) N – общее количество выполнений операции;
- 2) NS – количество выполнений с временем отклика от 0 до T;
- 3) NT – количество выполнений с временем отклика от T до 4T;
- 4) T – целевое время выполнения операции.

Прототипирование в программировании

Классификация прототипов

по назначению:

- **горизонтальные** или **поведенческие** (horizontal, behavioral)
- **вертикальные** или **структурные** (vertical, structural)

по времени жизни:

- **одноразовые** или **исследовательские** (throwaway, exploratory)
- **эволюционные**

по способу реализации:

- бумажные (paper)
- **электронные**
- раскадровки

Прототипирование в программировании

Одноразовый прототип

Одноразовый или исследовательский прототип (*throwaway prototype, exploratory prototype*) создается, когда нужно быстро промакетировать те или иные аспекты и компоненты системы

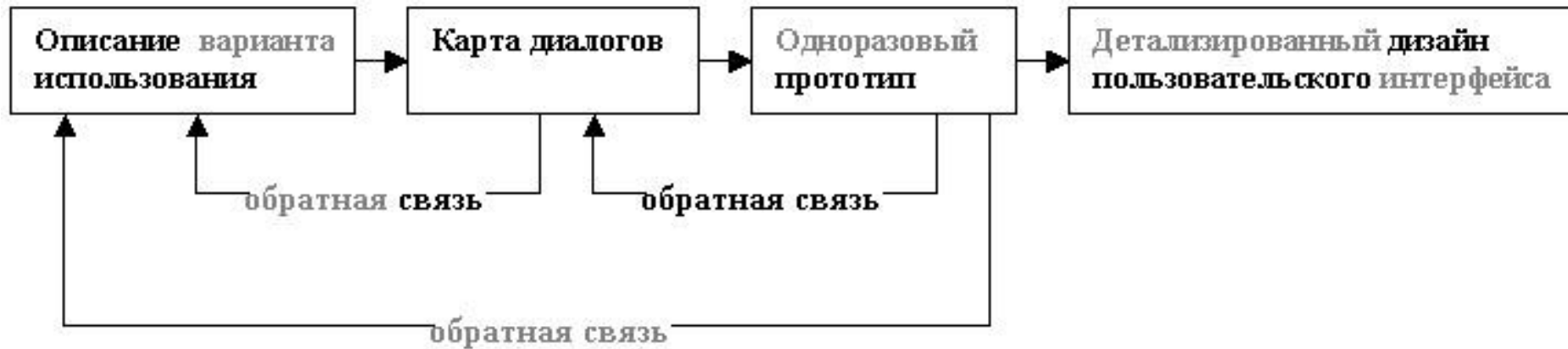
Целям создания исследовательских прототипов служит технология *RAD* (*rapid application development*) - быстрая разработка приложений, см. ["Выявление требований"](#)

Одноразовый прототип **должен создаваться быстро**. При его разработке **не следует** уделять внимание вопросам:

- повторного использования кода
- качества
- быстродействия
- технологичности и т.п.

В результате получается "сырой" код, который может содержать **значительное количество дефектов**. Необходимо **принять меры** к тому, чтобы фрагменты кода, реализующие такого рода прототипы, не стали частью целевой системы.

Прототипирование в программировании



На рисунке присутствует новое, не раскрытое ранее понятие: "**карта диалога**", говорят также "схема диалога". Прежде чем создавать одноразовый прототип, необходимо определиться:

- какие **основные экраны** будут присутствовать
- какие **окна** будут открываться
- какие **правила перехода** между ними будут поддерживаться.

Информация такого рода хорошо ложится на модель **диаграммы состояний**, см. "[Расширенный анализ требований. Моделирование](#)", где разным экранам (окнам) сопоставляются состояния, а активным элементам управления, вызывающим закрытие одних интерфейсных элементов и открытие других - переходы.

Прототипирование в программировании

← → ↻ [https://jhupanen.github.io/#filter/{"cuisine":\["английский","русский"\],"ingredients":\["поэзия"\]}](https://jhupanen.github.io/#filter/{)

Домашняя художественная библиотека

Язык

- Русский
- Английский
- Немецкий
- Французский
- Японский

Жанр

- Фольклор
- Российская проза
- Зарубежная проза
- Афоризмы. Цитаты
- Поэзия
- Историческая литература
- Приключенческая литература
- Сентиментальная литература
- Детектив
- Фантастика



Стихотворения. Поэмы

Язык: русский

Жанр: Поэзия Автор: Сергей Есенин

[Подробнее](#)



Сонеты

Язык: русский

Жанр: Поэзия

Автор: Уильям Шекспир

[Подробнее](#)

Прототипирование в программировании

The image shows a browser window with the URL `https://stankin.github.io/oop-2018/?db=idb-14-12-db.json#`. Below the address bar is a blue header with a search icon. The main content is a table with the following structure:

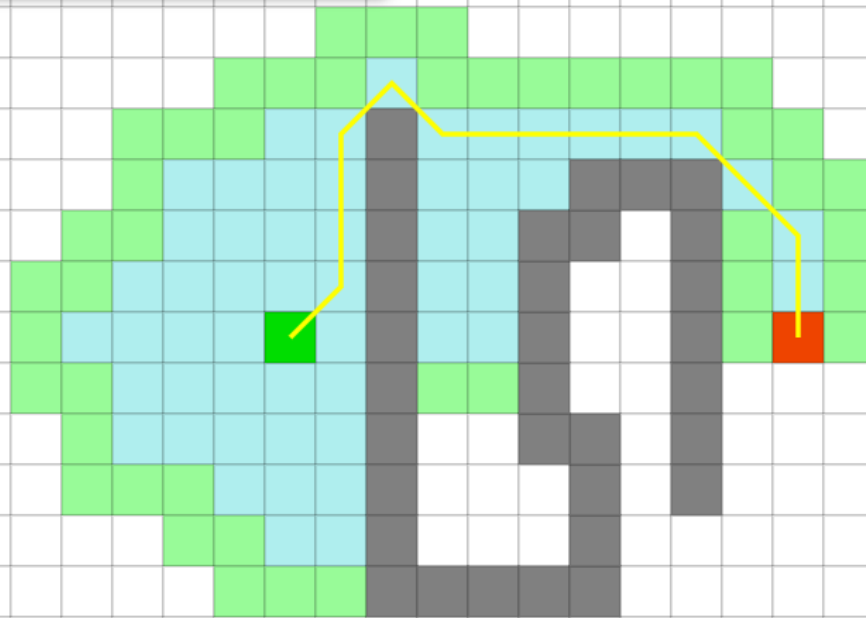
Ф.И.О. ▼	Module #1	Module #2	
[blurred]	[blurred]	[blurred]	⋮
[blurred]	[blurred]	[blurred]	⋮
[blurred]	[blurred]	[blurred]	⋮
[blurred]	[blurred]	[blurred]	⋮
[blurred]	[blurred]	[blurred]	⋮
[blurred]	[blurred]	[blurred]	⋮

Прототипирование в программировании

Instructions

hide

- Click within the white grid and drag your mouse to draw obstacles.
- Drag the **green** node to set the start position.
- Drag the **red** node to set the end position.
- Choose an algorithm from the right-hand panel.
- Click Start Search in the lower-right corner to start the animation.



length: 17.07
time: 14.7500ms
operations: 157