

Математические методы в объектно-ориентированном проектировании

Лекция 11

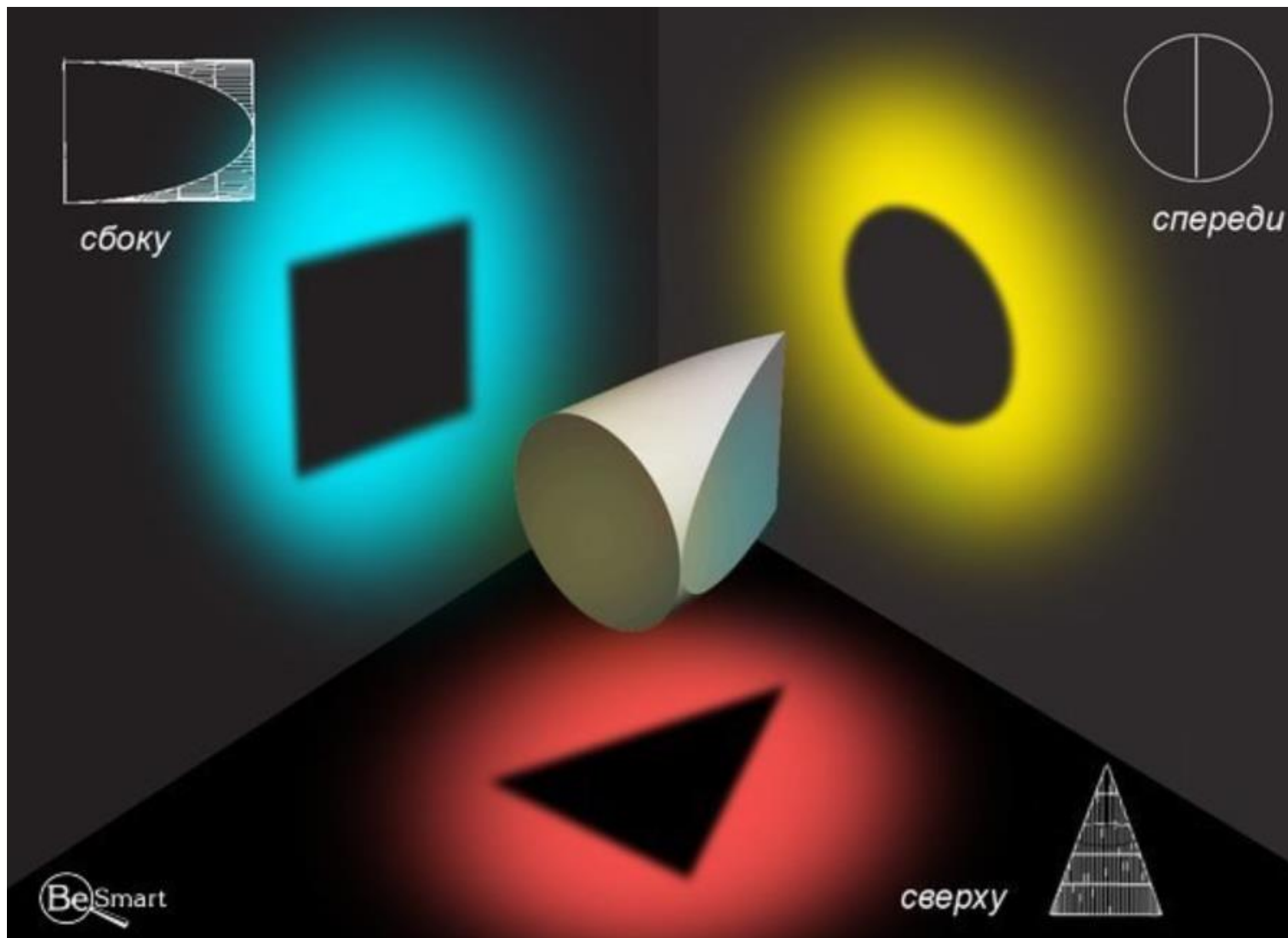
Информационные системы как системы массового обслуживания

Овчинников П.Е.

МГТУ «СТАНКИН»,

ст.преподаватель кафедры ИС

Точка зрения определяет все



Терминология: информационная система

ГОСТ Р ИСО/МЭК 10746-1-2004 Информационная технология (ИТ). Открытая распределенная обработка. Базовая модель. Часть 1. Основные положения

Точка зрения (на систему) является **абстракцией**, которая позволяет связать спецификацию системы в целом с конкретным множеством понятий. Были выбраны пять точек зрения, которые, будучи **простыми и полными**, охватывают **все области проектирования** архитектуры:

- **предпринимательская** точка зрения, которая сконцентрирована на целях, сфере применения и политике, управляющей деятельностью специфицируемой системы в организации, частью которой она является
- **информационная** точка зрения, которая сконцентрирована на видах информации, обрабатываемой системой, и ограничениях на использование и интерпретацию этой информации
- **вычислительная** точка зрения, которая сконцентрирована на функциональной декомпозиции системы на множество объектов, взаимодействующих через интерфейсы; такая декомпозиция нужна для распределения системы
- **инженерная** точка зрения, которая сконцентрирована на инфраструктуре, требуемой для поддержки распределения системы
- **технологическая** точка зрения, которая сконцентрирована на выборе технологии для поддержки распределения системы.

Для каждой точки зрения имеется соответствующий **язык точки зрения**, который может использоваться для выражения спецификации системы с этой точки зрения.

Терминология: информационная система

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

Система, которая организует **хранение** и **манипулирование** информацией о предметной области

ГОСТ 7.0-99 СИБИБД. Информационно-библиотечная деятельность. Библиография. Термины и определения

Система, предназначенная для хранения, обработки, поиска, распространения, **передачи** и предоставления **информации**

Федеральный закон "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" от 27.07.2006 N 149-ФЗ

ГОСТ Р 50922-2006 Защита информации. Основные термины и определения

Совокупность содержащейся в **базах данных** информации и обеспечивающих ее обработку **информационных технологий** и **технических средств**

Информационные технологии

процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и **способы** осуществления таких процессов и методов

Терминология: математическое обеспечение

ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения

математическое обеспечение автоматизированной системы (АС) (Automated system mathematical support)

Совокупность математических **методов**, **моделей** и **алгоритмов**, примененных в АС

ГОСТ Р 57188-2016 Численное моделирование физических процессов. Термины и определения

математическая модель (mathematical model)

модель, в которой сведения об объекте моделирования представлены в виде математических символов и выражений

имитационная модель (simulation based model)

частный случай математической модели процесса, явления, который представляет процесс с определенной точностью

математическое моделирование (mathematical (*numerical*) simulation):

исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения, применения и изучения их математических моделей

Терминология: исследование операций

Математика как специальность научных работников подразделяется на научные специальности:

- Математический анализ
- Дифференциальные уравнения
- Математическая физика
- Геометрия и топология
- Теория вероятностей и математическая статистика
- Математическая логика, алгебра и теория чисел
- Вычислительная математика
- Дискретная математика и математическая кибернетика

Исследование операций (ИО, англ. *operations research* — OR, также англ. *management science* — наука управления или англ. *decision science* — **наука о решениях**)

дисциплина, занимающаяся разработкой и применением методов нахождения оптимальных решений на основе математического моделирования, статистического моделирования и различных эвристических подходов в различных областях человеческой деятельности.

Иногда используется название **математические методы исследования операций**.

Терминология: показатель, критерий, метрика

Показатель

обобщённая характеристика какого-либо объекта, процесса или его результата, понятия или их свойств, обычно, выраженная **в числовой форме**

Критерий (др.-греч. κριτήριον — способность различения, средство суждения, мерило)

признак, основание, **правило принятия решения** по оценке чего-либо на соответствие предъявленным требованиям (мере)

Критерий в квалиметрии — условие, накладывающееся на показатель свойства предмета исследования

Мэра

философская категория, означающая единство качественной и количественной определённости некоторого предмета. Эта категория обобщает способы и результаты измерения предметов. Анализ меры исходит из важности **интервала изменений** количественных величин, в рамках которого можно говорить о **сохранении качества** предмета

Мётрика

матем. правило **определения расстояния** между любыми двумя точками , техн. вычисляемая величина, характеризующее какое-либо явление

Терминология: оптимальность

Оптимальное (от лат. *optimus* — наилучшее) **решение** — решение, которое по тем или иным признакам **предпочтительнее других**.

В технике **оптимальный** (вариант, решение, выбор и т. д.) — **наилучший** (вариант, решение, выбор, ...) **среди допустимых** при наличии **правила предпочтения** одного другому.

Такое правило называется критерием оптимальности, а мерой предпочтения будут служить показатели качества.

Можно говорить об оптимальном варианте только при удовлетворении двух условий:

1. наличия хотя бы одного критерия,
2. наличия не менее двух сравниваемых вариантов (необходимость осуществления выбора).

Каждый выбор лучшего варианта конкретен, поскольку производится на соответствие определённым критериям. Следовательно, говоря об оптимальном варианте, всегда нужно указывать эти критерии (то есть «оптимальный по ...»).

И то, что может быть оптимальным при одном критерии, не обязательно будет таковым при другом. Изучением проблем, связанных с выбором оптимальных решений, занимаются теория исследования операций и теория принятия решений.

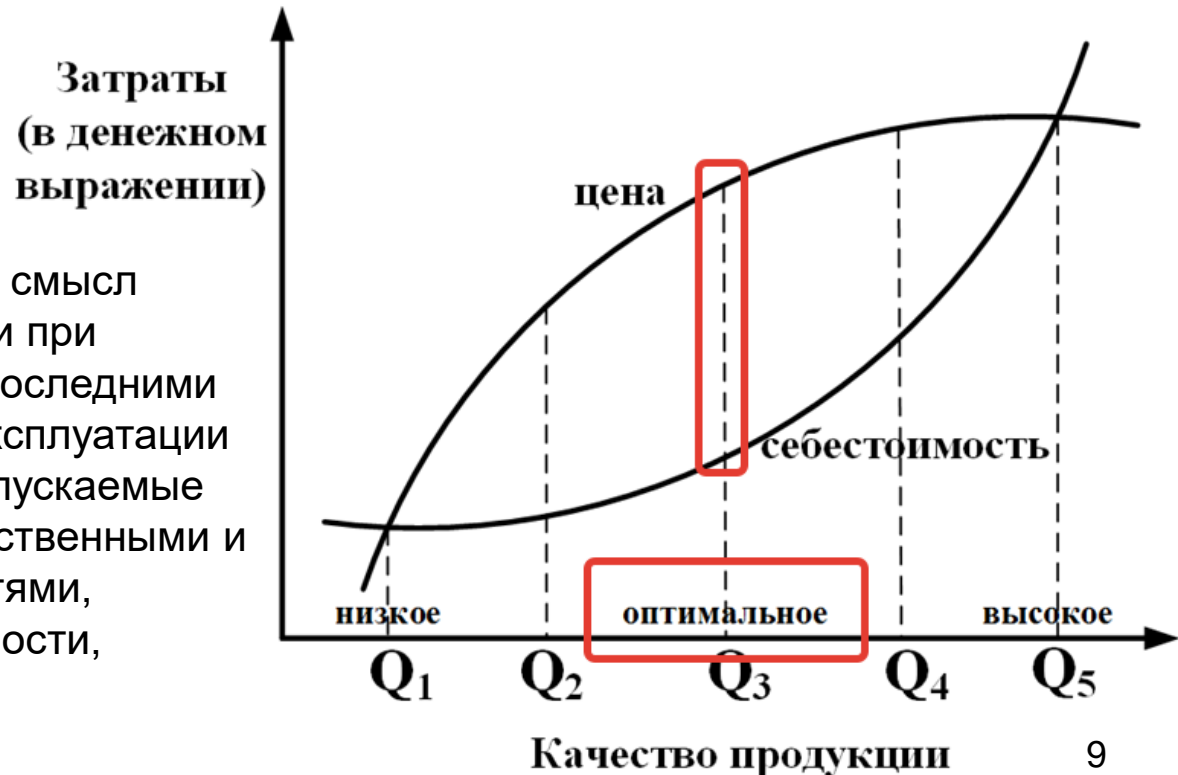
Терминология: оптимизация

ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия.
Термины и определения

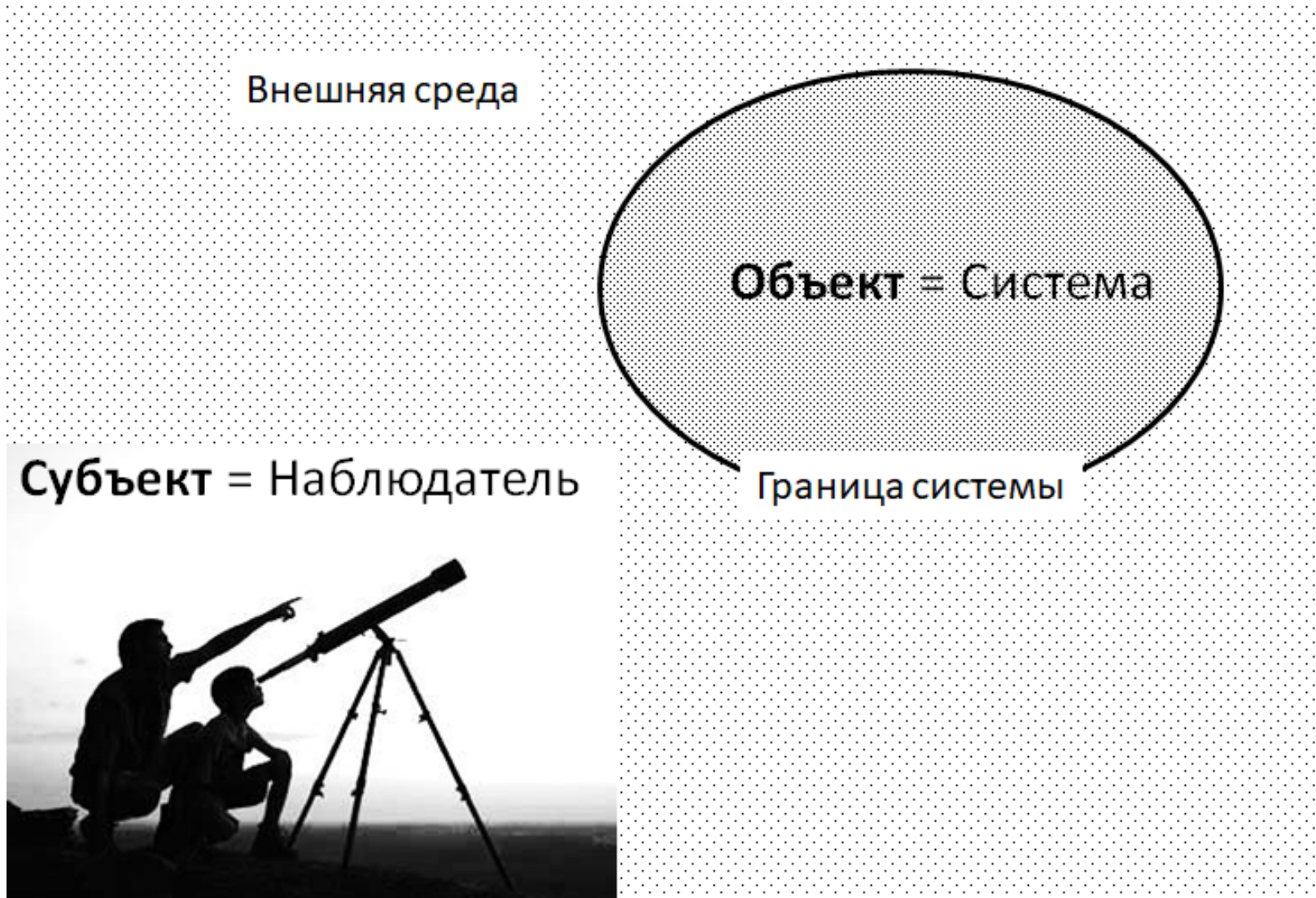
Оптимальное значение показателя качества продукции

Значение показателя качества продукции, при котором достигается либо наибольший эффект от эксплуатации или потребления продукции при заданных затратах на ее создание и эксплуатацию или потребление, либо заданный эффект при наименьших затратах, либо **наибольшее отношение эффекта к затратам**

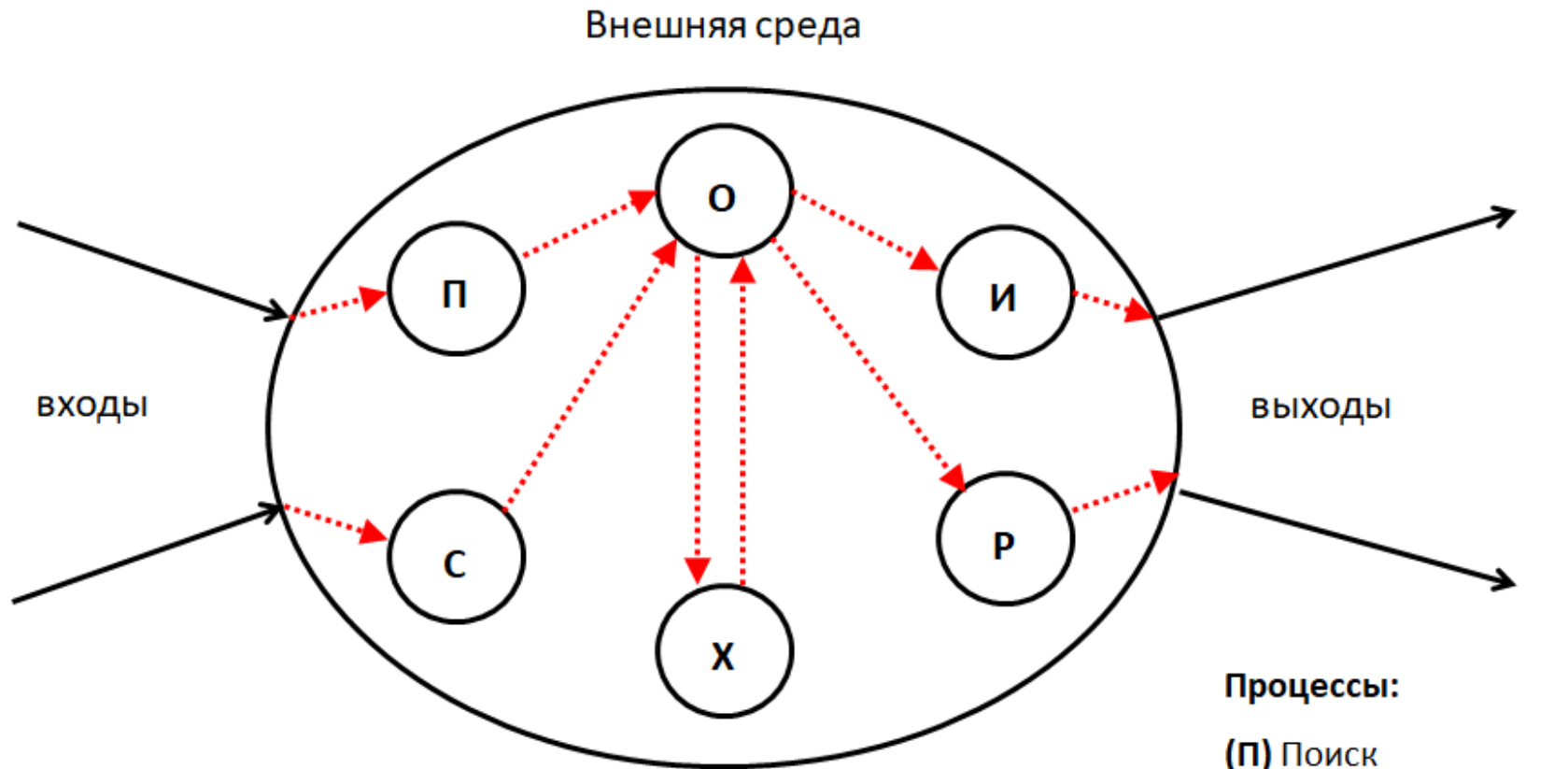
Оптимизация имеет конкретный смысл только для определенной цели и при установленных ограничениях. Последними являются условия создания и эксплуатации или потребления продукции, допускаемые научно-техническими, производственными и эксплуатационными возможностями, требованиями техники безопасности, охраны природы и т.п.



Точка зрения: объект = система



Точка зрения: система = процесс



Одно из решений:

- 1. Поиск и сбор получают информацию из внешней среды*
- 2. Предоставление и распространение отправляют информацию во внешнюю среду*
- 3. Хранение взаимодействует только с обработкой*

Точка зрения: ИС = СМО

Система массового обслуживания (СМО) — система, которая производит обслуживание **поступающих** в неё **требований**

Обслуживание требований в СМО осуществляется **обслуживающими приборами**

В зависимости от наличия **возможности ожидания** поступающими требованиями начала обслуживания СМО подразделяются на:

- **системы с потерями**, в которых требования, не нашедшие в момент поступления ни одного свободного прибора, теряются
- **системы с ожиданием**, в которых имеется накопитель бесконечной ёмкости для буферизации поступивших требований, при этом ожидающие требования образуют **очередь**
- **системы с накопителем** конечной ёмкости (ожиданием и ограничениями), в которых длина очереди не может превышать ёмкости накопителя; при этом требование, поступающее в переполненную СМО (отсутствуют свободные места для ожидания), теряются

Выбор требования из очереди на обслуживание производится с помощью так называемой дисциплины обслуживания. Их примерами являются FCFS/FIFO (пришедший первым обслуживается первым), LCFS/LIFO (пришедший последним обслуживается первым), random (случайный выбор). В системах с ожиданием накопитель в общем случае может иметь сложную структуру.

Полисемия: поток (программирование)

Поток данных ([англ. stream](#)) в программировании — абстракция, используемая для [чтения или записи файлов](#), [сокетов](#) и т. п. в единой манере.

Потоки являются удобным унифицированным [программным интерфейсом](#) для чтения или записи [файлов](#) (в том числе [специальных](#) и, в частности, связанных с [устройствами](#)), [сокетов](#) и передачи данных между [процессами](#)

Пото́к выполне́ния (тред; от [англ. thread](#) — нить) — наименьшая единица обработки, исполнение которой может быть [назначено ядром операционной системы](#).

Несколько потоков выполнения могут существовать в рамках одного и того же процесса и совместно использовать ресурсы, такие как [память](#), тогда как процессы не разделяют этих ресурсов.

В частности, потоки выполнения разделяют инструкции процесса (его код) и его контекст (значения переменных, которые они имеют в любой момент времени). В качестве аналогии потоки выполнения процесса можно уподобить нескольким вместе работающим поварам. Все они готовят одно блюдо, читают одну и ту же кулинарную книгу с одним и тем же рецептом и следуют его указаниям, причём не обязательно все они читают на одной и той же странице.

Полисемия: поток (производство)

ГОСТ Р ИСО 15531-43-2011 Системы промышленной автоматизации и интеграция. Данные по управлению промышленным производством. Часть 43. Информация для управления производственными потоками. Модель данных для мониторинга и обмена производственной информацией

поток (flow):

движение множества физических или информационных **объектов** в **пространстве** и **времени**



Полисемия: информационный поток (IDEF0)

Информационный поток

множество информационных **объектов**, распределенное **во времени**

Информация, участвующая в процессах, операциях, действиях и деятельности в целом, может быть классифицирована на **три группы**:

1. **ограничительная**
2. **описательная**
3. **предписывающая (управляющая)**

Ограничительная информация - сведения о том, **что нельзя делать**:

- а) **никогда**, ни при каких обстоятельствах (кроме, быть может, форс-мажорных), в любой фазе жизненного цикла и на любом этапе функционирования системы в целом;
- б) **в рамках** функционирования конкретного **блока**.

Ограничительная информация содержится в законах, подзаконных актах, международных, государственных и отраслевых стандартах, а также в специальных внутренних положениях и документах предприятия, в частности, в технических требованиях, условиях, регламентах и т.д.

Полисемия: информация (IDEF0)

Описательная информация - сведения **об атрибутах объекта (потока)**, преобразуемого функциональным блоком

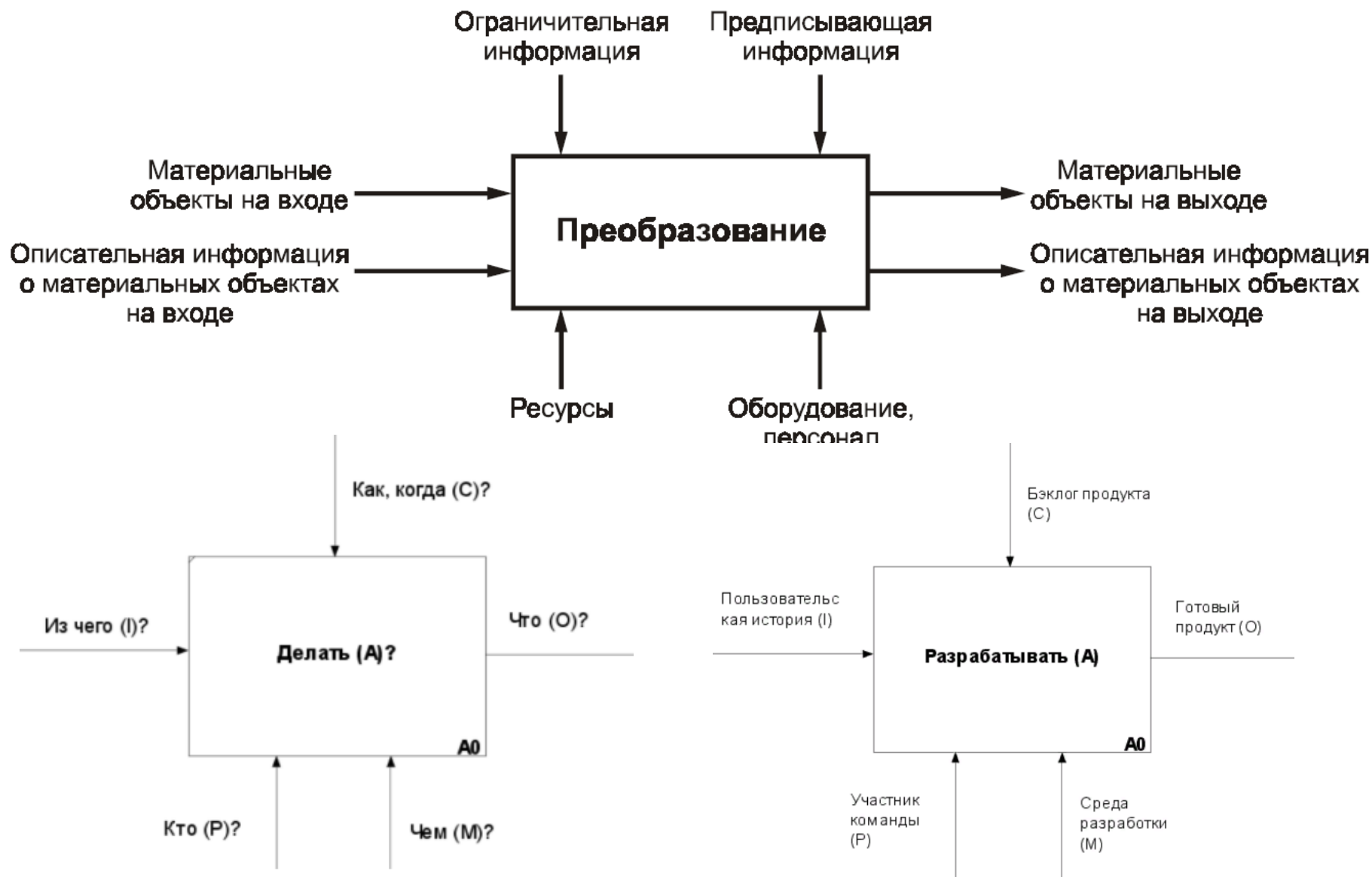
Содержится в чертежах, технических и иных описаниях, реквизитах и других документах, являясь неотъемлемым компонентом объекта в течение всего жизненного цикла

Эта информация сама **преобразуется** (изменяется) в результате выполнения функции.

Предписывающая (управляющая) информация - сведения о том, **как, при каких условиях и по каким правилам** следует **преобразовать объект (поток) на входе**
в
объект (поток) на выходе блока

Содержится в технологических (в широком смысле) инструкциях, руководствах, документах, определяющих «настройки» и характеристики блока

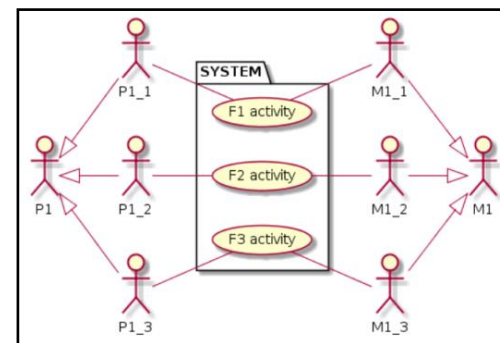
Виды потоков в SADT (IDEF0)



RUP: прецеденты и актеры

Для отражения модели прецедентов на диаграмме используются:

- **рамки** системы ([англ. system boundary](#)) — **прямоугольник** с названием в верхней части и эллипсами (прецедентами) внутри. Часто может быть опущен без потери полезной информации
- **актёр** (англ. *actor*) — стилизованный **человечек**, обозначающий набор **ролей** пользователя (понимается в широком смысле):
 - **человек**
 - **внешняя сущность**
 - **класс**
 - **другая система**

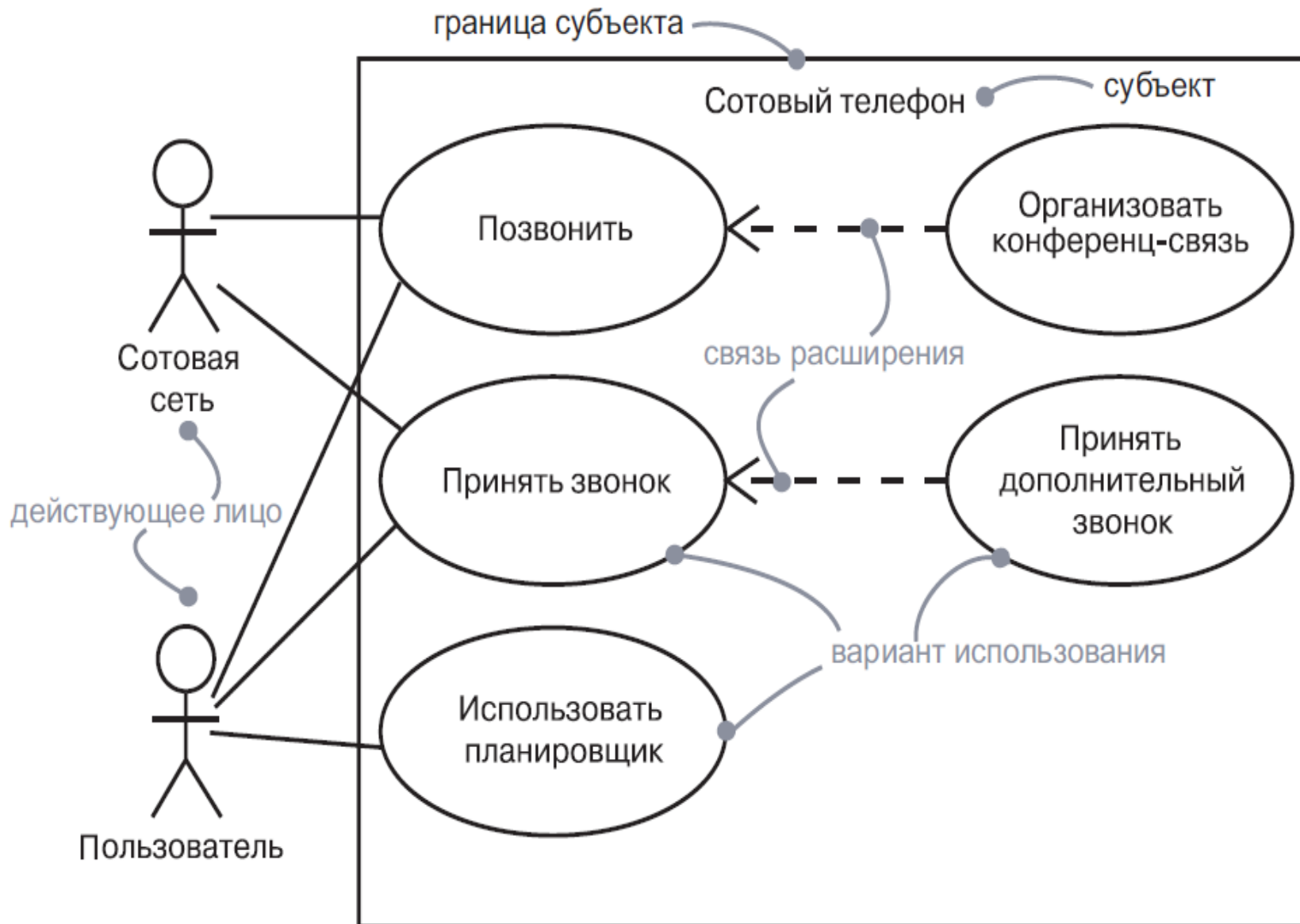


взаимодействующего с некоторой сущностью (системой, подсистемой, классом)

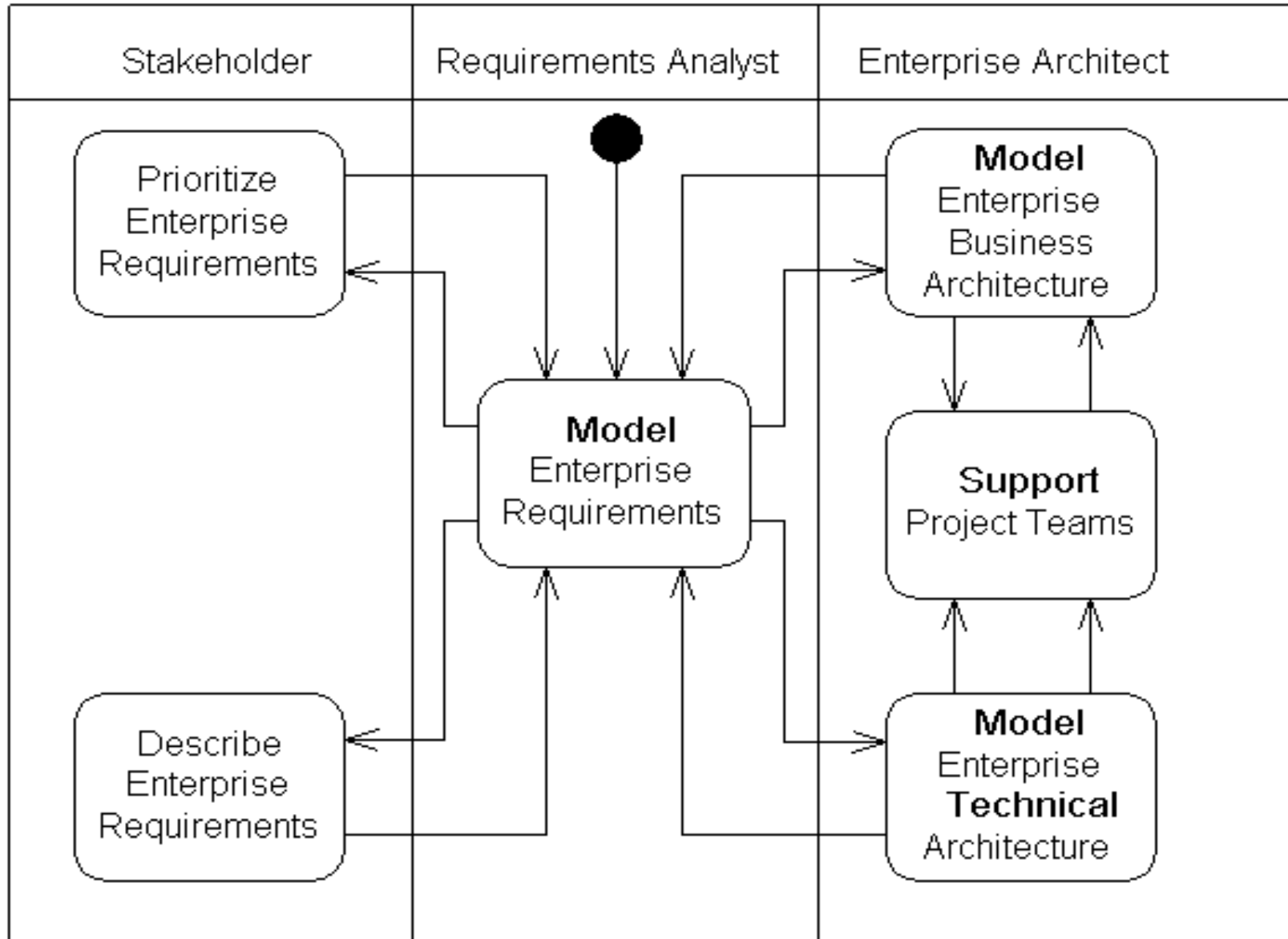
Актёры не могут быть связаны друг с другом (за исключением отношений обобщения/наследования)

- **прецедент** — **эллипс** с надписью, обозначающий выполняемые системой **действия** (могут включать возможные варианты), приводящие к наблюдаемым актёрами результатам

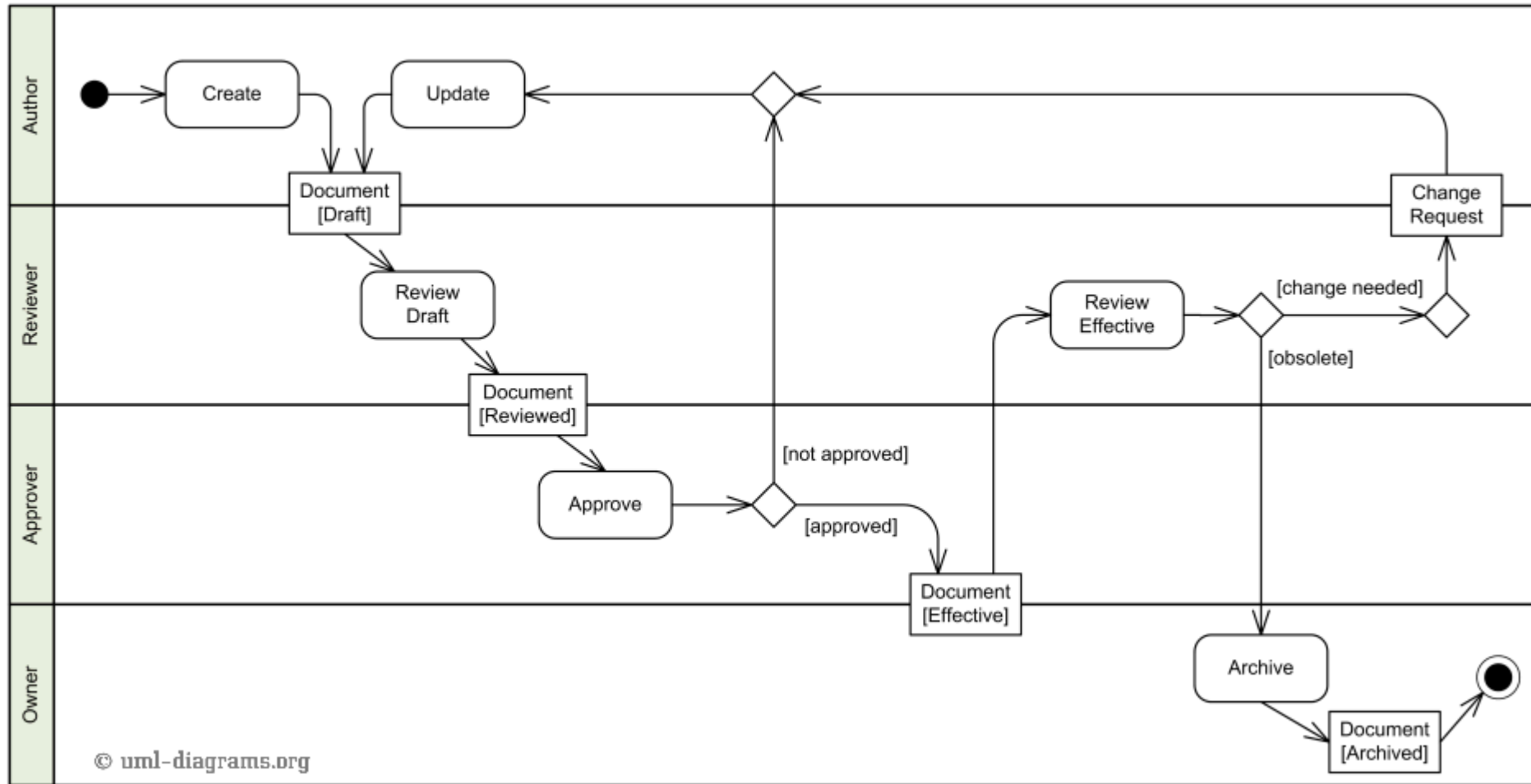
RUP: прецеденты и актеры



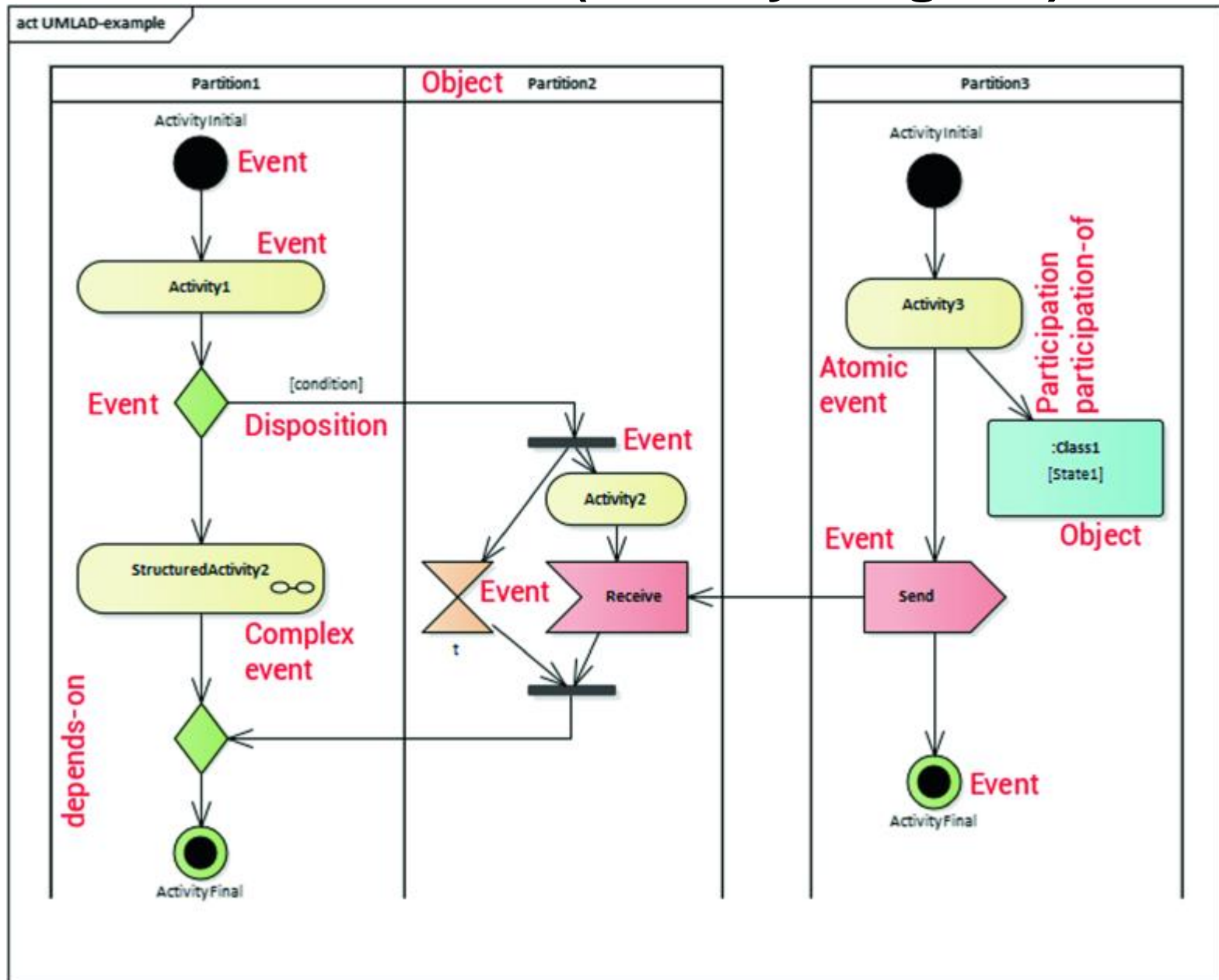
UML: субъекты (Activity Diagram)



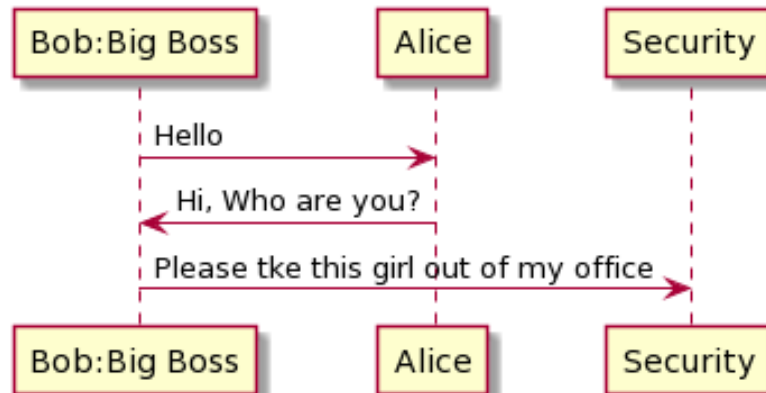
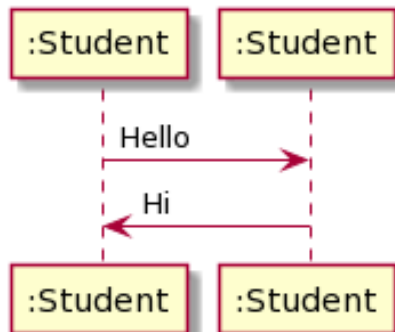
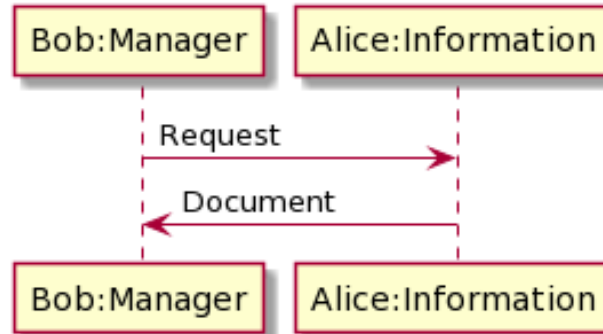
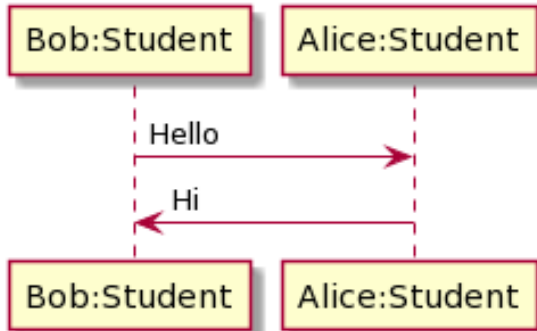
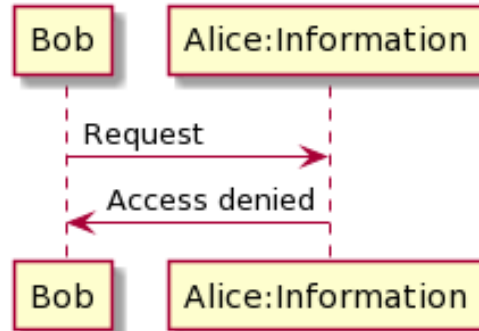
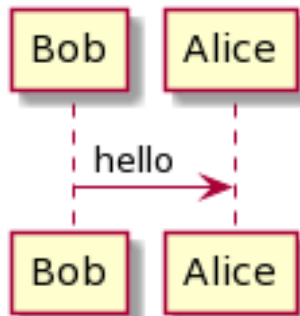
UML: артефакты (Activity Diagram)



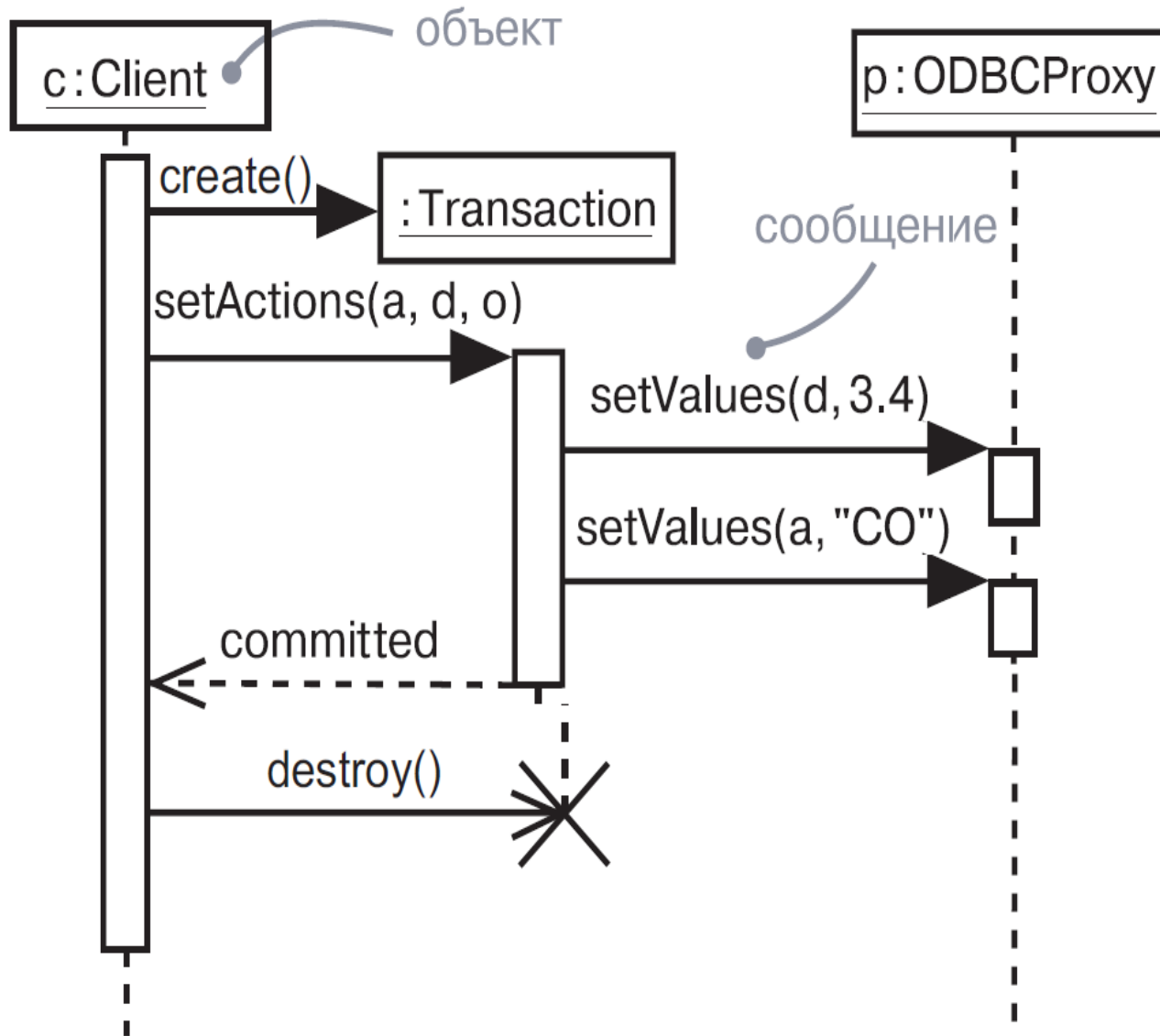
UML: события (Activity Diagram)



UML: субъекты (Sequence Diagram)



UML: сообщения (Sequence Diagram)



Полисемия: информация и данные

ГОСТ 33707-2016 (ISO/IEC 2382:2015) Информационные технологии (ИТ).

Словарь

Алгоритм

конечное упорядоченное **множество** точно определенных **правил** для **решения** конкретной **задачи**.

ГОСТ 19781-90 Обеспечение систем обработки информации программное.

Термины и определения

Программа (Program)

данные, предназначенные для управления конкретными компонентами системы обработки информации в целях реализации определенного алгоритма

ГОСТ 28397-89 (ИСО 2382-15-85) Языки программирования. Термины и определения

Язык программирования (Programming language)

Язык, предназначенный для представления программ.

Логический объект (Logical)

Объект, рассматриваемый в аспекте определения алгоритмом или программой безотносительно к реализации с помощью технических средств

Физический объект (Physical)

Объект, рассматриваемый в аспекте взаимодействия логического объекта с техническими средствами

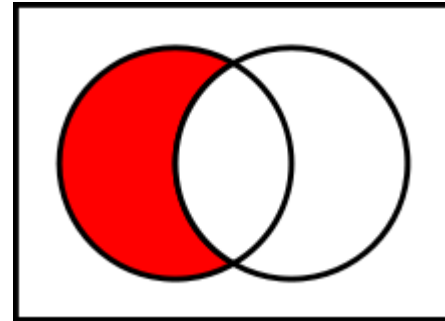
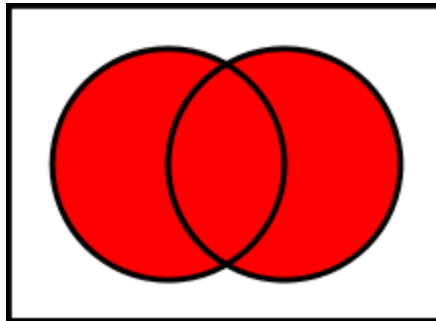
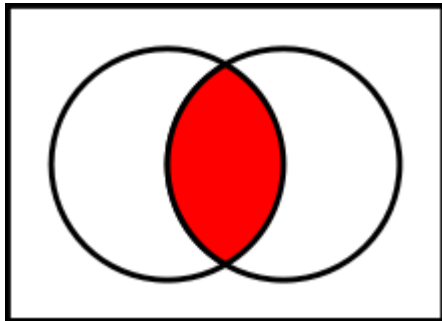
Логические объекты: множество

Множество — одно из ключевых понятий математики; это математический объект, сам являющийся набором, **совокупностью**, собранием каких-либо объектов, которые называются **элементами** этого множества и обладают общим для всех их характеристическим свойством.

Изучением общих свойств множеств занимаются теория множеств, а также смежные разделы математики и математической логики.

Существуют два основных способа задания множеств: перечисление и описание:

- Первый способ состоит в том, что задаётся и перечисляется полный **список элементов**, входящих в множество.
- Второй способ применяется, когда множество нельзя или затруднительно задать с помощью списка. В таком случае **множества** определяются **свойствами** их **элементов**. Множество задано, если указано условие, которому удовлетворяют все элементы, принадлежащие множеству и которому не удовлетворяют элементы, не принадлежащие множеству.



Логические объекты: граф, матрица

Граф — абстрактный математический объект, представляющий собой множество **вершин** графа и набор **рёбер**, то есть соединений между парами вершин. Например, за множество вершин можно взять множество аэропортов, обслуживаемых некоторой авиакомпанией, а за множество рёбер взять регулярные рейсы этой авиакомпании между городами.

Матрица — математический объект, записываемый в виде прямоугольной таблицы элементов кольца или поля (например, целых, действительных или комплексных чисел), которая представляет собой совокупность строк и столбцов, на пересечении которых находятся её элементы. Количество строк и столбцов задает размер матрицы. Хотя исторически рассматривались, например, треугольные матрицы, в настоящее время говорят исключительно о матрицах прямоугольной формы, так как они являются наиболее удобными и общими.

Матрица смежности графа G с конечным числом вершин n (пронумерованных числами от 1 до n) — это квадратная матрица A размера n , в которой значение элемента a_{ij} равно числу рёбер из i -й вершины графа в j -ю вершину.

Логические объекты: сетевой график

Сетевое планирование (*сетевой анализ*) — класс прикладных методов управления проектами, обеспечивающий планирование, анализ сроков выполнения (ранних и поздних) нереализованных частей проектов; позволяет увязать выполнение различных работ и процессов во времени, составить сетевой график, получив прогноз общей продолжительности реализации всего проекта.

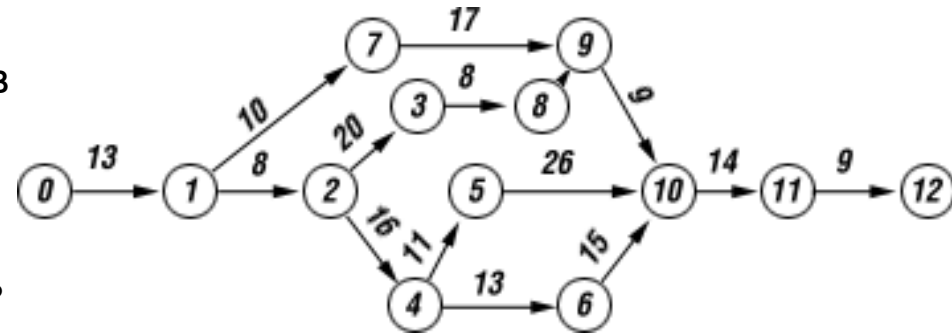
Методы сетевого планирования условно подразделяются на детерминированные (диаграмма Ганта с дополнительным временным люфтом 10—20 %, метод критического пути) и вероятностные, которые, в свою очередь, делятся на неальтернативные (метод статистических испытаний — метод Монте-Карло, метод оценки и пересмотра планов — PERT) и альтернативные (метод графической оценки и анализа — GERT).

Сетевой график — граф, отражающий работы проекта и связи между ними (в виде сети), а также состояния проекта в целом (выполненные и планируемые к выполнению работы). Граф может быть построен в двух вариантах:

- Вершины графа отображают состояния некоторого объекта (например, строительства), а дуги — работы, ведущиеся на этом объекте.
- Вершины графа отражают работы, а связи между ними — зависимости между работами

Логические объекты: сетевой график

При планировании длительности работ пользуются действующими нормативами и опытными данными, но во многих случаях (в частности, когда рассматриваются программы по освоению новых видов продукции или проблемные научные исследования) время работы не может быть выражено одной достоверной оценкой.



Ответственный исполнитель обычно даёт 3 оценки:

- Оптимистическая оценка времени (минимальная продолжительность работы t_{min}) — минимальный срок, в течение которого будет выполнена работа в наиболее благоприятных условиях, если ничто не помешает её выполнению.
- Пессимистическая оценка времени (максимальная продолжительность работы t_{max}) характеризуется продолжительностью времени, необходимого для выполнения работы при наиболее неблагоприятных условиях, если в процессе её выполнения возникнут трудности.
- Наиболее вероятная продолжительность времени ($t_{нв}$) показывает время выполнения работы в нормальных условиях.

Ожидаемая продолжительность работы определяется на основании 3 или 2 оценок по одной из следующих формул

$$t_{ок} = \frac{t_{min} + 4t_{нв} + t_{max}}{6}$$

$$t_{ок} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5}$$

Логические объекты: вершины в WebGL

О [WebGL](#) часто думают, как о API для 3D. Люди думают "Я буду использовать WebGL и *магия* получится классное 3D". На самом деле WebGL - это просто средство растеризации. Он отображает **точки**, **линии** и **треугольники** на основе написанного кода. Чтобы получить что-то от WebGL, вам нужно написать код, где, используя точки, линии и треугольники, и вы достигнете своей цели.

```
// три двумерных точки
var positions = [
    0, 0,
    0, 0.5,
    0.7, 0,
];
gl.bufferData(gl.ARRAY_BUFFER, new
    Float32Array(positions), gl.STATIC_DRAW);
```

```
// прямоугольник, состоящий из 2 треугольников, по 3
точки в каждом
var positions = [
    10, 20,
    80, 20,
    10, 30,
    10, 30,
    80, 20,
    80, 30,
];
gl.bufferData(gl.ARRAY_BUFFER, new
    Float32Array(positions), gl.STATIC_DRAW);
```

Полисемия: информация и данные

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

ГОСТ 7.0-99 СИБИД

информация (information)

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

ГОСТ 33707-2016 (ISO/IEC 2382:2015) Информационные технологии (ИТ).

Словарь

данные (data)

предоставление информации в формальном виде, пригодном для передачи, интерпретации или обработки людьми или компьютерами

DIKW (англ. data, information, knowledge, wisdom — данные, информация, знания, мудрость) — информационная иерархия, где каждый уровень добавляет определённые свойства к предыдущему уровню

Полисемия: информация и данные

ГОСТ Р ИСО/МЭК 10746-2-2000 Информационная технология (ИТ).
Взаимосвязь открытых систем. Управление данными и открытая
распределенная обработка. Часть 2. Базовая модель

информация

любой **вид знаний**, которыми могут обмениваться пользователи, о
предметах, фактах, понятиях и так далее в некотором универсуме

Хотя информация обязательно имеет форму представления, допускающую ее
передачу, интерпретация этого представления (смысл) является как раз тем,
что интересует в первую очередь.

данные

формы представления информации, с которой имеют дело
информационные системы и их пользователи

*В настоящее время известно около 500 определений термина «информация», но ни
одного – исчерпывающего. Более того, поскольку теперь информация
воспринимается как основная сущность мироздания (наряду с веществом и
энергией), то её вообще нельзя определить в каких-либо простых терминах.*

Ни сейчас, ни в будущем.

Полисемия: информация и энтропия

Энтро́пия (от [др.-греч. *ἐν*](#) «в» + [τροπή](#) «поворот; превращение») — широко используемый в [естественных](#) и [точных науках](#) [термин](#).

Впервые введён в рамках [термодинамики](#) как [функция состояния термодинамической системы](#). Энтропия определяет меру необратимого рассеивания [энергии](#) или бесполезности энергии, ибо не всю энергию системы можно использовать для превращения в какую-нибудь полезную работу. Для понятия энтропии в данном разделе физики используют название термодинамическая энтропия.

В [статистической физике](#) энтропия характеризует [вероятность](#) осуществления какого-либо [макроскопического состояния](#).

Кроме физики, термин широко употребляется **в математике**: [теории информации](#) и [математической статистике](#). В этих областях знания энтропия определяется **статистически** и называется информационной (или статистической) энтропией.

Данное определение энтропии известно также как [энтропия Шеннона](#) (в математике) и [энтропия Гиббса](#) (в физике).

Полисемия: информация и энтропия

Энтропия может интерпретироваться как **мера** неопределённости (неупорядоченности) некоторой системы, например, **какого-либо опыта** (испытания), который может иметь разные исходы

Математический смысл информационной энтропии — это логарифм числа **доступных состояний системы**

Выражение для информационной энтропии Шеннона:

$$H = \log \bar{N} = - \sum_{i=1}^N p_i \log p_i.$$

Основание логарифма может быть различным, но большим 1, оно определяет **единицу измерения** энтропии:

- бит (двоичный логарифм, основание = 2)
- нат (натуральный логарифм, основание = число e ≈ 2,718281828459045...)
- трит (троичный логарифм, основание = 3)
- децит (десятичный логарифм, основание = 10)
- байт (основание = 256)

Полисемия: информация и энтропия

Собственная информация — статистическая функция дискретной случайной величины

Собственная информация сама является случайной величиной, которую следует отличать от её среднего значения — информационной энтропии

Для случайной величины X , имеющей конечное число значений:

$$P_X(x_i) = p_i, \quad p_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n, \quad \sum_{i=1}^n p_i = 1$$

собственная информация определяется как

$$I(X) = -\log P_X(X)$$

Количество информации является **мерой снятой неопределенности**:
числовое значение количества информации о некотором объекте равно **разности априорной и апостериорной энтропии**:

$$I(X, Y) = H(Y) - H(Y/X)$$

Измерение информации в ИТ

ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Единицы величин (с Поправкой)

Наименование величины	Единица				Примечание
	Наименование	Обозначение		Значение	
		международное	русское		
Количество информации ¹⁾	бит ²⁾ байт ^{2), 3)}	bit В (byte)	бит Б (байт)	1 1 Б = 8 бит	Единица информации в двоичной системе счисления (двоичная единица информации)

Измерение информации в ИТ

ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Единицы величин (с Поправкой)

Термин "**количество информации**" используют в устройствах цифровой обработки и передачи информации, например в цифровой вычислительной технике (компьютерах), для записи **объема запоминающих устройств, количества памяти**, используемой компьютерной программой.

В соответствии с международным стандартом МЭК 60027-2 единицы "**бит**" и "**байт**" применяют с приставками СИ

Исторически сложилась такая ситуация, что с наименованием "байт" **некорректно** (вместо $1000=10^3$ принято $1024=2^{10}$) использовали (и используют) приставки СИ:

1 К байт	= 1024 байт,
1 М байт	= 1024 Кбайт,
1 Г байт	= 1024 Мбайт и т.д.

При этом обозначение **Кбайт** начинают с **прописной** буквы в отличие от **строчной** буквы "к" для обозначения множителя **10^3**

Измерения информации в ИТ

Десятичный множитель	Приставка	Обозначение приставки		Десятичный множитель	Приставка	Обозначение приставки	
		международное	русское			международное	русское
10^{24}	иотта	Y	И	10^{-1}	деци	d	Д
10^{21}	зетта	Z	З	10^{-2}	санτι	c	с
10^{18}	экса	E	Э	10^{-3}	милли	m	м
10^{15}	пета	P	П	10^{-6}	микро	μ	мк
10^{12}	тера	T	Т	10^{-9}	нано	n	н
10^9	гига	G	Г	10^{-12}	пико	p	п
10^6	мега	M	М	10^{-15}	фемто	f	ф
10^3	кило	k	к	10^{-18}	атто	a	а
10^2	гекто	h	г	10^{-21}	зепто	z	з
10^1	дека	da	да	10^{-24}	иокто	y	и

Имитационное моделирование

Теорема Байеса является фундаментальной теоремой в байесовской статистике, так как она используется байесовскими методами для обновления вероятностей, которые являются степенью доверия, после получения новых данных

Если даны два события **A** и **B**, условная вероятность **A**, при условии, что **B** верно, выражается формулой

$$P(A | B) = \frac{P(B | A)P(A)}{P(B)}$$

P(B|A) является функцией правдоподобия, которую можно интерпретировать как вероятность свидетельства **B**, при условии, что произошло событие **A**

Правдоподобие даёт количественное значение степени, насколько свидетельство **B** поддерживает утверждение **A**

t-критерий Стьюдента — общее название для статистических тестов, в которых статистика критерия имеет распределение Стьюдента. Наиболее часто t-критерии применяются для проверки равенства средних значений в двух выборках.

Имитационное моделирование

Методы Монте-Карло (ММК) — группа численных методов для изучения случайных процессов

Суть метода заключается в следующем: процесс моделируется при помощи генератора случайных величин

Это повторяется **много раз**, а потом на основе полученных случайных данных вычисляются вероятностные характеристики решаемой задачи

Например, чтобы узнать, какое в среднем будет расстояние между двумя случайными точками в круге, методом Монте-Карло, нужно:

- взять много случайных пар точек,
- для каждой пары найти расстояние, а потом
- усреднить

Марковский процесс — случайный процесс, эволюция которого после любого заданного значения временного параметра t *не зависит* от эволюции, предшествовавшей t , при условии, что значение процесса в этот момент фиксировано

Распределение вероятностей — это закон, описывающий область значений случайной величины и соответствующие вероятности появления этих значений

Имитационное моделирование

Погрешность измерения — отклонение измеренного значения величины от её истинного (действительного) значения. Погрешность измерения является характеристикой точности измерения

Выяснить с абсолютной точностью **истинное значение** измеряемой величины, как правило, **невозможно**, поэтому невозможно и указать величину отклонения измеренного значения от истинного

При использовании численных методов возникает еще несколько видов погрешностей:

- при приближении одного числа другим возникает погрешность **округления**
- погрешность, связанная с неточными начальными **данными** называется неустранимой
- в связи с заменой исходной задачи на приближённую существует погрешность **метода**

Полная погрешность при этом складывается из погрешности метода и погрешности вычислений

Имитационное моделирование

Рассмотрим задачу разработки **прикладной программы**, демонстрирующей действие **центральной предельной теоремы** (Ц.П.Т.) и **закона больших чисел** [1], а также основные понятия информационных методов статистической обработки данных [2].

Как и во всяком проекте разработки программных средств, до начала непосредственного написания кода требуемой программы должны быть определены и специфицированы требования к результатам, проведено эскизное и техническое проектирование, составлен план разработки, тестирования и сдачи работы заказчику.

В крупных и масштабных проектах для выполнения указанных работ формируются специальные проектные команды, в состав которых кроме программистов включаются специалисты для заполнения необходимых проектных ролей [3,4,5,6,7,8]:

- менеджер продукта (руководитель разработки);
- ведущий программист (**системный архитектор**);
- системный аналитик;
- дизайнер;
- тестировщик;
- технический писатель и др.

Имитационное моделирование

432 lines (416 sloc) | 23.9 KB

```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <head lang="en">
4   <meta charset="UTF-8">
5   <title>Пример ЦПТ</title>
6   <link rel="stylesheet" type="text/css" href="gauss12.css"/>
7   <script type="text/javascript">
```

```
8 </head>
9 <body>
```

```
10   <table>
11
12     <!--Область ввода-->
13     <tr>
14       <td class="form">
15         <div class="input">
16           <h3>Центральная предельная теорема</h3>
17           <form>
```

154 lines (122 sloc) | 2.4 KB

```
1  table {
2    border-collapse: collapse;
3    width: 100%;
4    table-layout: fixed;
5  }
```

```
6
7  .blue {
8    color: rgba(255,255,255,0.5);
9    text-shadow: #2e7eb3 2px 2px 0px;
10   border-color: #60a3d8;
11   background: #60a3d8;
12   box-shadow: inset 0 0 0 2px #2e7eb3;
13 }
14
15 .orange {
16   color: rgba(255,255,255,0.5);
```

249 lines (211 sloc) | 8.2 KB

```
1  var diagramColor = 'blueDiagram';
2  var diagramBorder = '';
3  var startTime;
4
5
6  /**
7   * Demonstrate Central limit theorem.
8   */
9  function count() {
10    startTime = new Date().getTime();
11
12    var n = parseInt(document.getElementById("number_of_sources").value) || 0;
13    var k = parseInt(document.getElementById("number_of_elements").value) || 0;
14
15    clearHistogram();
16    clearResult();
```

Имитационное моделирование

Основные параметры

Количество источников:

Количество элементов в выборке:

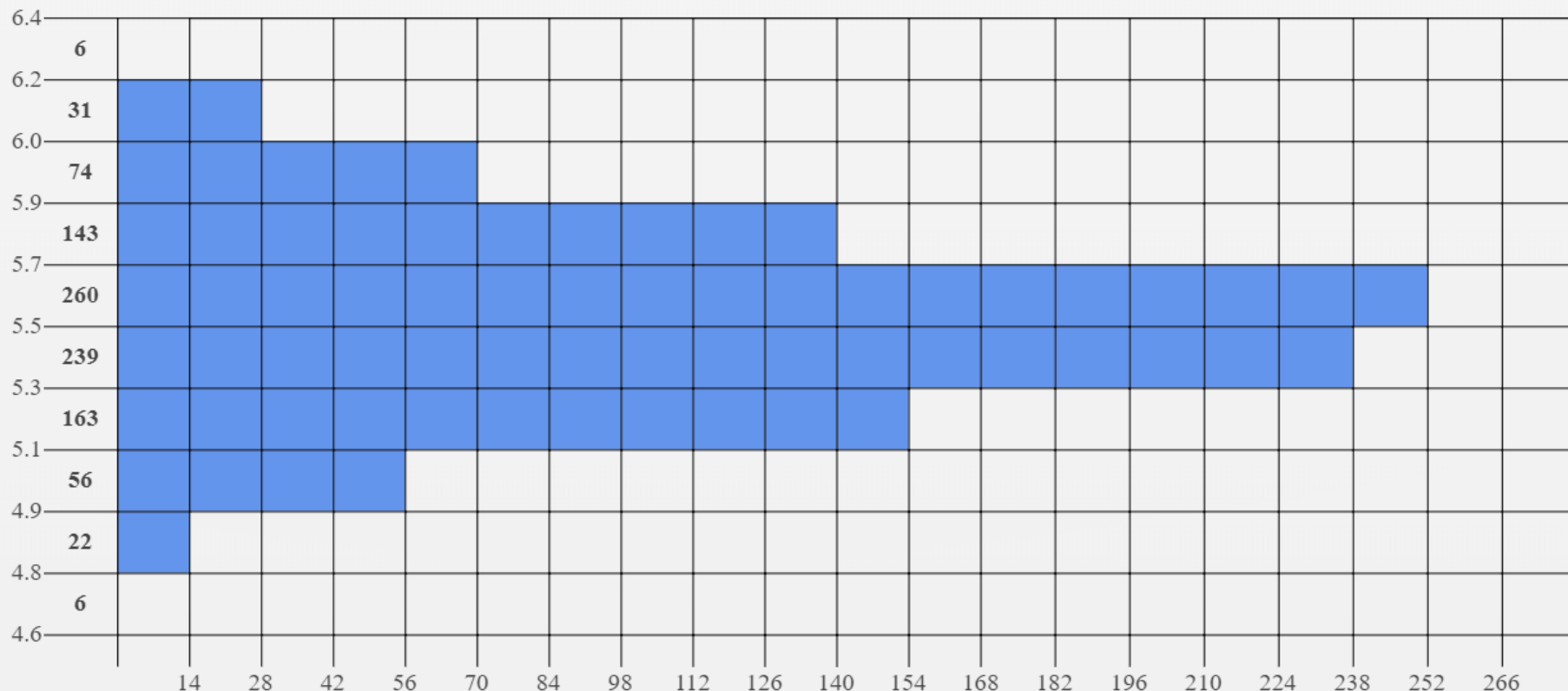
Дополнительно

☒ Показывать сетку

Цвет фона:

☒ Посчитать энтропию

Цвет диаграммы:



Энтропия (нат) = 1.87 Мат. ожидание = 5.51 Среднеквадратическое отклонение = 0.29
Время работы (мс) = 72

[Текст практикума](#)

[Практикум \(приложение в работе\)](#)