

# Математические методы верификации схем и программ

[mk.cs.msu.ru](http://mk.cs.msu.ru) → Лекционные курсы  
→ Математические методы верификации схем и программ

## Семинар 3

CTL  
Базовый алгоритм для CTL  
BDD

Проводит:  
**Подымов Владислав Васильевич**  
E-mail:  
[valdus@yandex.ru](mailto:valdus@yandex.ru)

## Упражнение 1

Предложить ctl-формулу, выражающую следующее требование

1. Как бы компьютер ни работал, он может быть выключен  
*on* — атомарное высказывание «компьютер включен»
  
2. Если я захочу всё бросить, то смогу это сделать спустя два дня  
*w* — атомарное высказывание «сегодня я хочу всё бросить»  
*q* — атомарное высказывание «сегодня я всё бросаю»
  
3. Если я не сдам этот курс, то через неделю меня отчислят  
*f* — атомарное высказывание «сегодня я не сдал курс»  
*e* — атомарное высказывание «сегодня меня отчисляют»

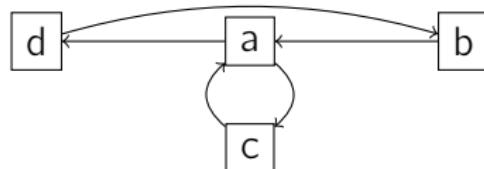
## Упражнение 1

Предложить ctl-формулу, выражающую следующее требование

4. Любой полученный запрос рано или поздно будет обработан
  - $r$  — это атомарное высказывание «запрос получен»
  - $p$  — это атомарное высказывание «запрос обработан»
5. Система может прийти в такое состояние, в котором процесс  $P$  занимает ресурс  $r$  и с этих пор ни никогда его не освобождает
  - $t$  — это атомарное высказывание «ресурс  $r$  занят процессом  $P$ »
6. Если компьютер сломался, то его не починить
  - $b$  — это атомарное высказывание «компьютер сломан»

## Упражнение 2

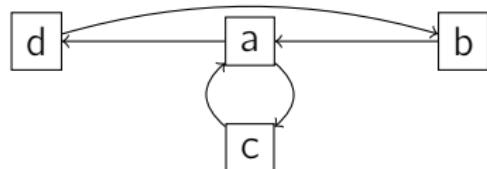
В каких состояниях заданной модели Крипке выполняется заданная ctl-формула?



1. **EX<sub>d</sub>**
2. **AX<sub>d</sub>**
3. **EF<sub>b</sub>**
4. **AF<sub>b</sub>**
5. **EG<sub>b</sub>**
6. **EG¬<sub>b</sub>**

## Упражнение 2

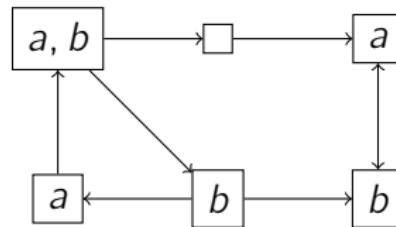
В каких состояниях заданной модели Крипке выполняется заданная ctl-формула?



7.  $\mathbf{AGAF}_a$
8.  $\mathbf{E}(c \mathbf{U} \neg c)$
9.  $\mathbf{A}(\neg c \mathbf{UEF} c)$
10.  $\mathbf{A}(b \mathbf{UA}(a \mathbf{U} d))$

## Упражнение 3

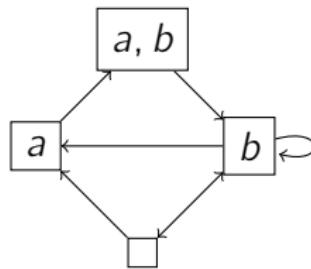
Вычислить множество всех состояний предложенной модели, в которых выполняется предложенная ctl-формула, используя базовый алгоритм



$$\mathbf{AG}(a \vee b)$$

## Упражнение 3

Вычислить множество всех состояний предложенной модели, в которых выполняется предложенная ctl-формула, используя базовый алгоритм



1. **EGEXAX $b$**
2. **A(EXAX $b$  U a)**

## Упражнение 4

Построить ROBDD для заданного порядка переменных, эквивалентную заданной формуле

1.  $x \rightarrow y$

- ▶  $x < y$
- ▶  $y < x$

2.  $x \& y \vee x \& z \vee y \& z$

- ▶  $x < y < z$

3.  $x \& (y \oplus z) \vee \neg x \& (\neg y \oplus \neg z)$

- ▶  $x < y < z$

4.  $(x \rightarrow y) \oplus ((y \rightarrow \neg z) \rightarrow x \& y)$

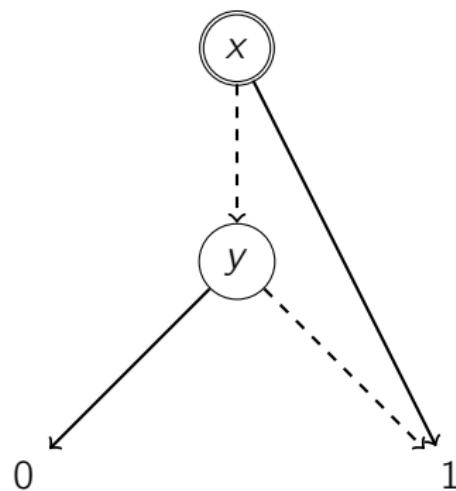
- ▶  $x < y < z$
- ▶  $z < y < x$

5.  $x \& x' \vee y \& y' \vee z \& z'$

- ▶  $x < y < z < x' < y' < z'$
- ▶  $x < x' < y < y' < z < z'$

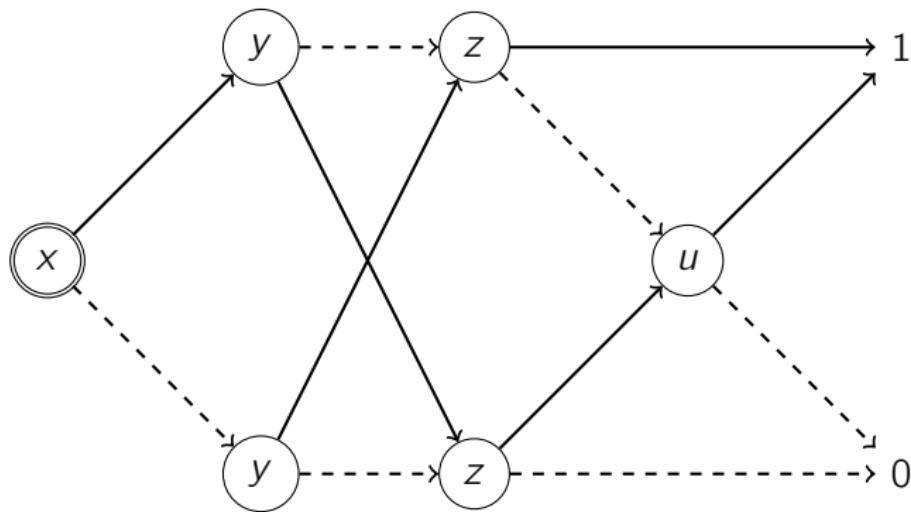
## Упражнение 5

Построить формулу над  $\&$ ,  $\vee$  и  $\neg$ , эквивалентную заданной ROBDD



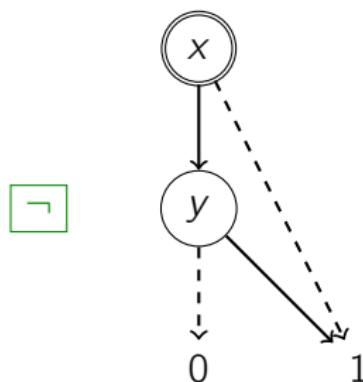
## Упражнение 5

Построить формулу над  $\&$ ,  $\vee$  и  $\neg$ , эквивалентную заданной ROBDD



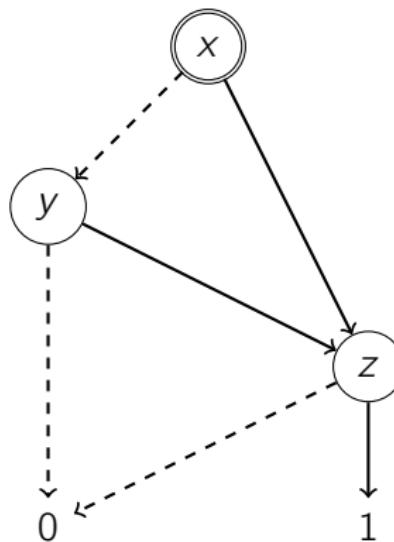
## Упражнение 6

Применить операцию к заданным ROBDD



## Упражнение 6

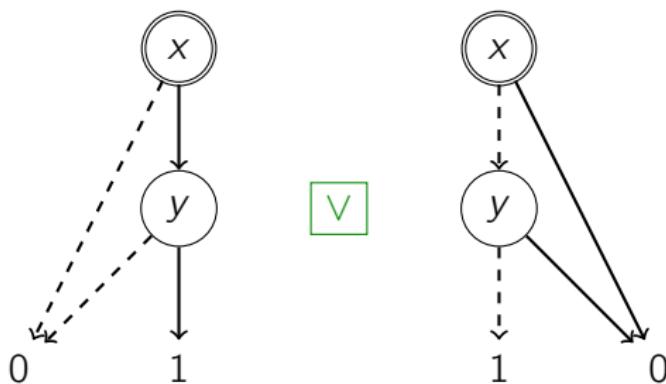
Применить операцию к заданным ROBDD



[ $y/1$ ]

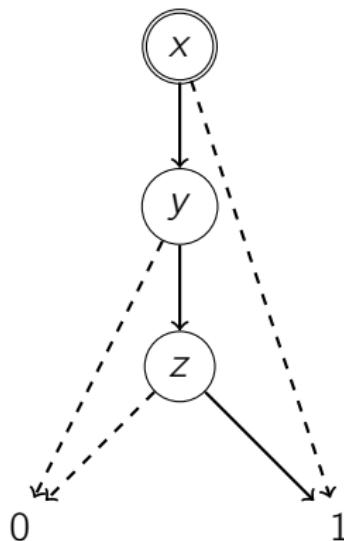
## Упражнение 6

Применить операцию к заданным ROBDD

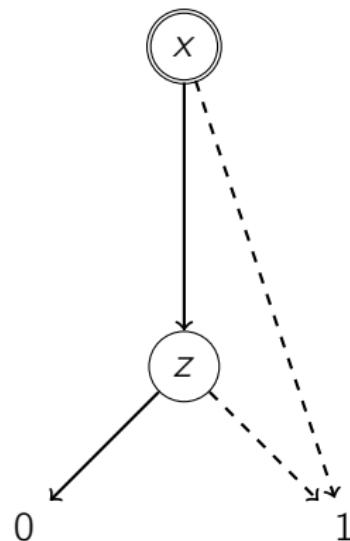


## Упражнение 6

Применить операцию к заданным ROBDD



&



## Упражнение 7

Построить символьное представление заданной модели Кripке над множеством атомарных высказываний  $\{a, b, c\}$

