

# Математические методы верификации схем и программ

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)

ВМК МГУ, 2023/2024, осенний семестр

# Упражнение 1

Предложить ctl-формулу, выражающую следующее требование

1. Как бы компьютер ни работал, он может быть выключен  
*op* — 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»

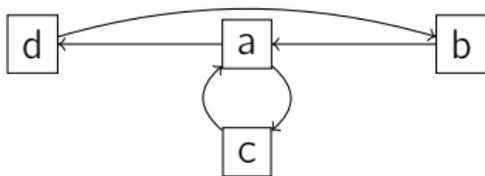
# Упражнение 1

Предложить  $ctl$ -формулу, выражающую следующее требование

- Любой полученный запрос рано или поздно будет обработан  
 $r$  — это атомарное высказывание «запрос получен»  
 $p$  — это атомарное высказывание «запрос обработан»
- 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  $P$ »
- Если компьютер сломался, то его не починить  
 $b$  — это атомарное высказывание «компьютер сломан»

## Упражнение 2

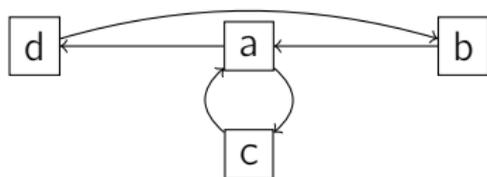
В каких состояниях заданной модели Крипке выполняется заданная ctl-формула?



1. **EX** $d$
2. **AX** $d$
3. **EF** $b$
4. **AF** $b$
5. **EG** $b$
6. **EG** $\neg b$

## Упражнение 2

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



7. **AGAF***a*

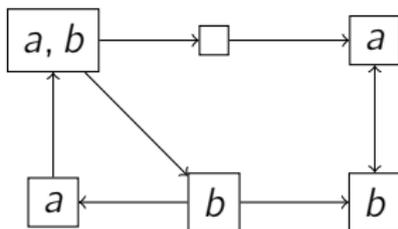
8. **E**(*cU* $\neg$ *c*)

9. **A**( $\neg$ *cUEF**c*)

10. **A**(*bUA*(*aUd*))

## Упражнение 3

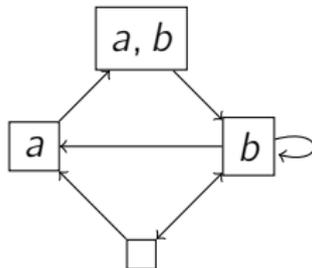
Вычислить множество всех состояний предложенной модели, в которых выполняется предложенная ctl-формула, используя базовый алгоритм



**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** $b \cup a$ )

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

▶  $x < y < z$

▶  $z < y < x$

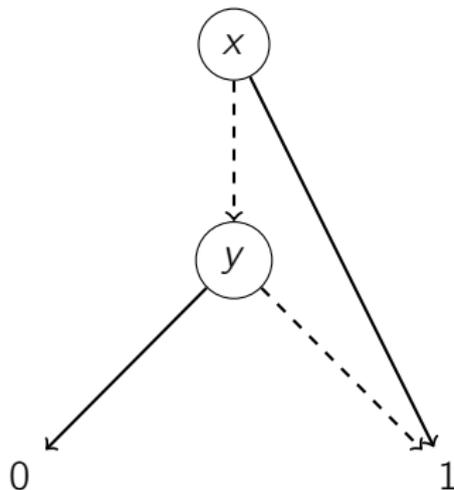
5.  $x \& x' \vee y \& y' \vee z \& z'$

▶  $x < y < z < x' < y' < z'$

▶  $x < x' < y < y' < z < z'$

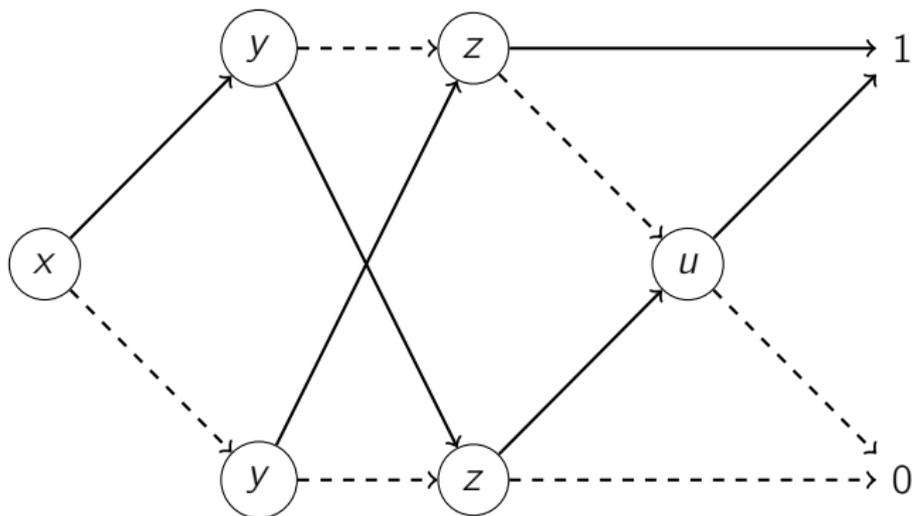
## Упражнение 5

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



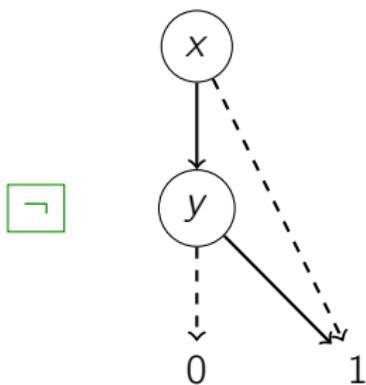
## Упражнение 5

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



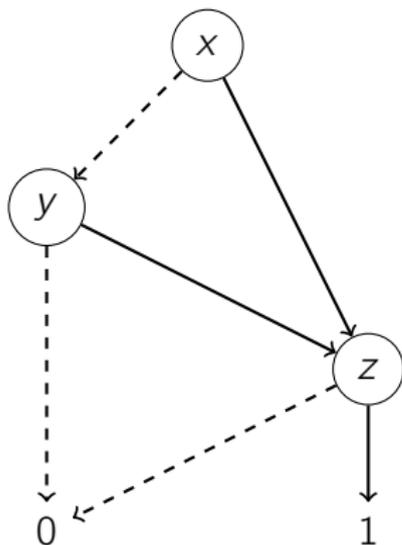
## Упражнение 6

Применить операцию к заданным ROBDD



## Упражнение 6

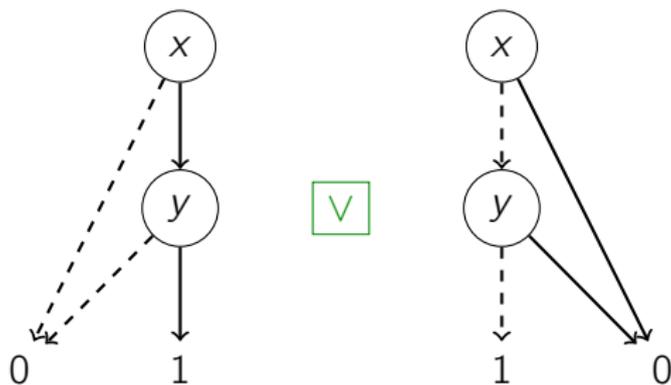
Применить операцию к заданным ROBDD



$[y/1]$

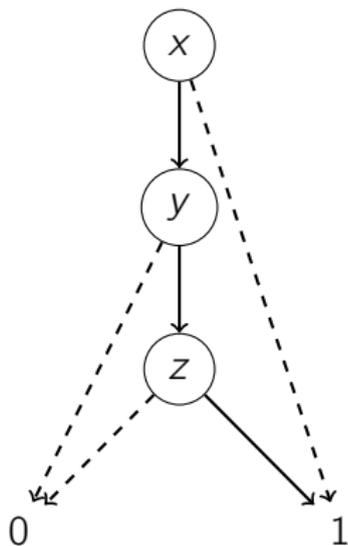
## Упражнение 6

Применить операцию к заданным ROBDD

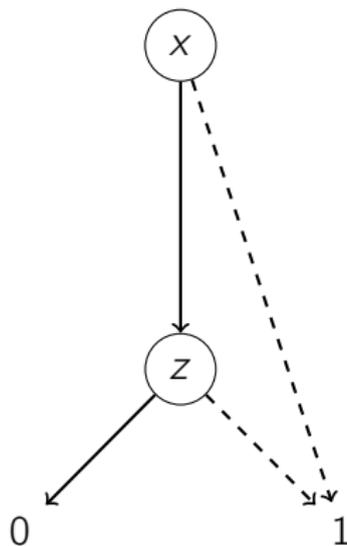


## Упражнение 6

Применить операцию к заданным ROBDD



&



## Упражнение 7

Построить символическое представление заданной структуры Крипке над множеством атомарных высказываний  $\{a, b, c\}$

