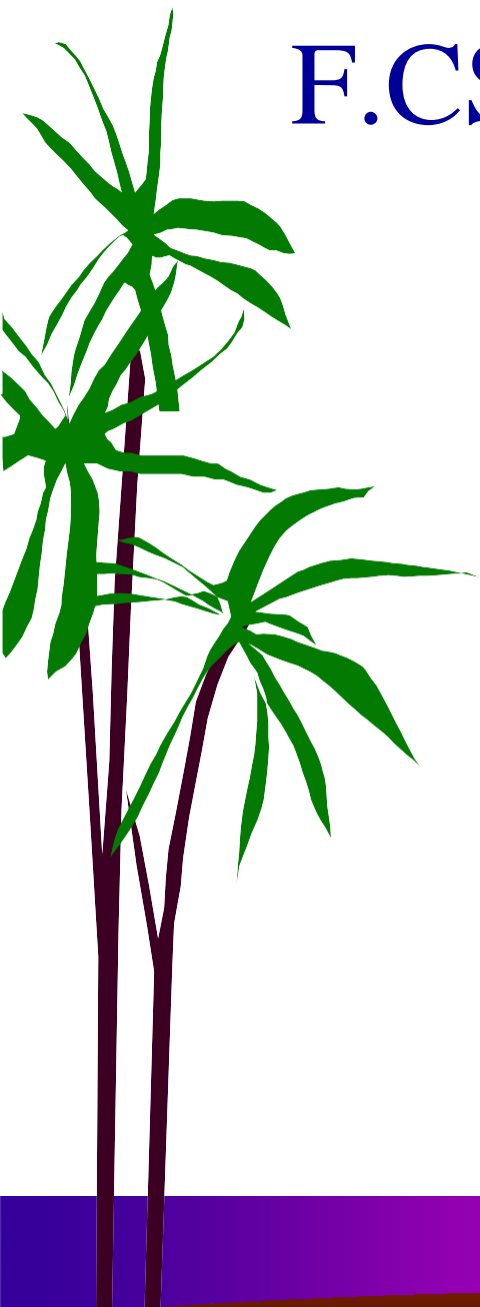
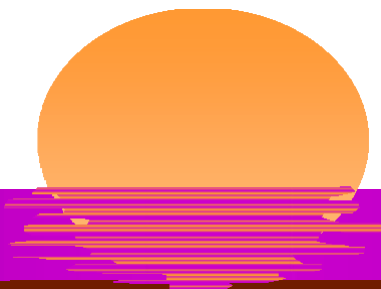


# Ү.СS203 - Өгөгдлийн бүтэц ба алгоритм 2022-2023

Д.Золбоо  
МТ-н салбарын багш



# Зүүний-Leftist мод

Холбоостой хоёртын мод.

Овоолгын хийж чадах бүхнийг ойролцоо хугацаанд хийж чадна.

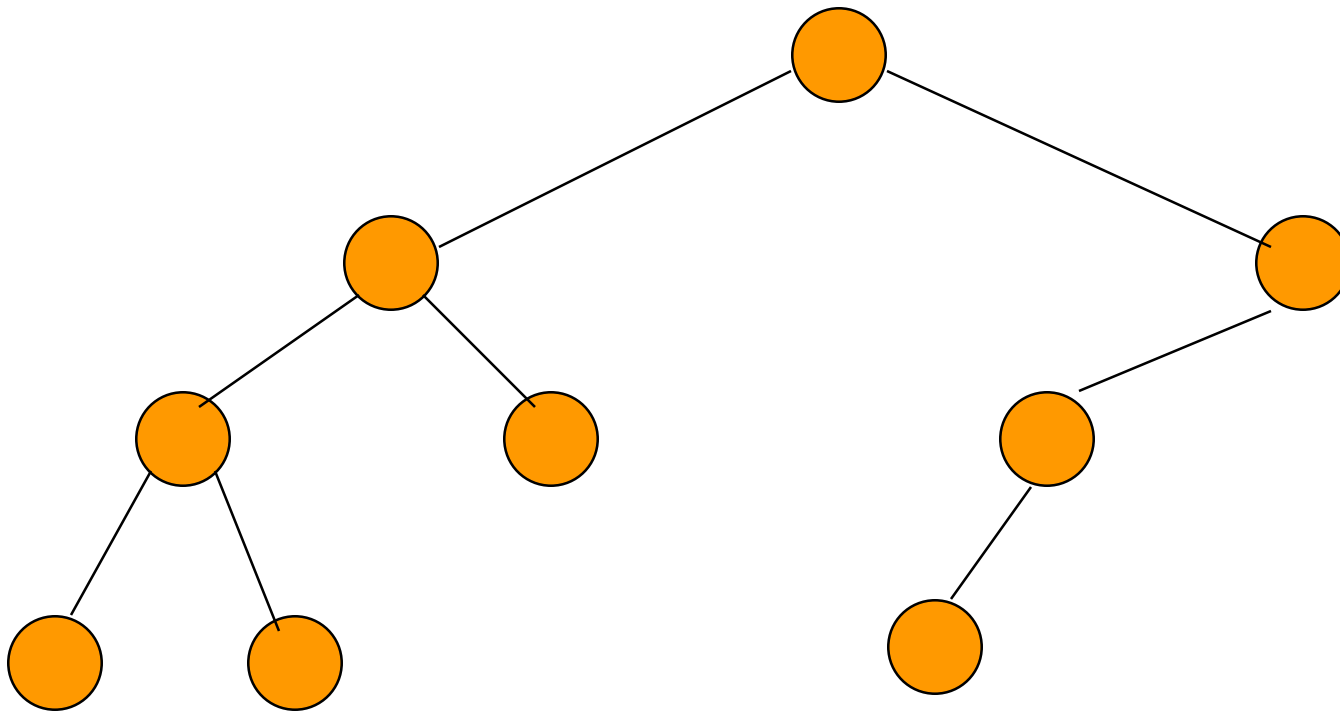
Хоёр зүүний модны эрэмбэтэй дарааллыг нэгтгэхэд  $O(\log n)$  хугацаа шаардана.

# Өргөтгөсөн хоёртын мод

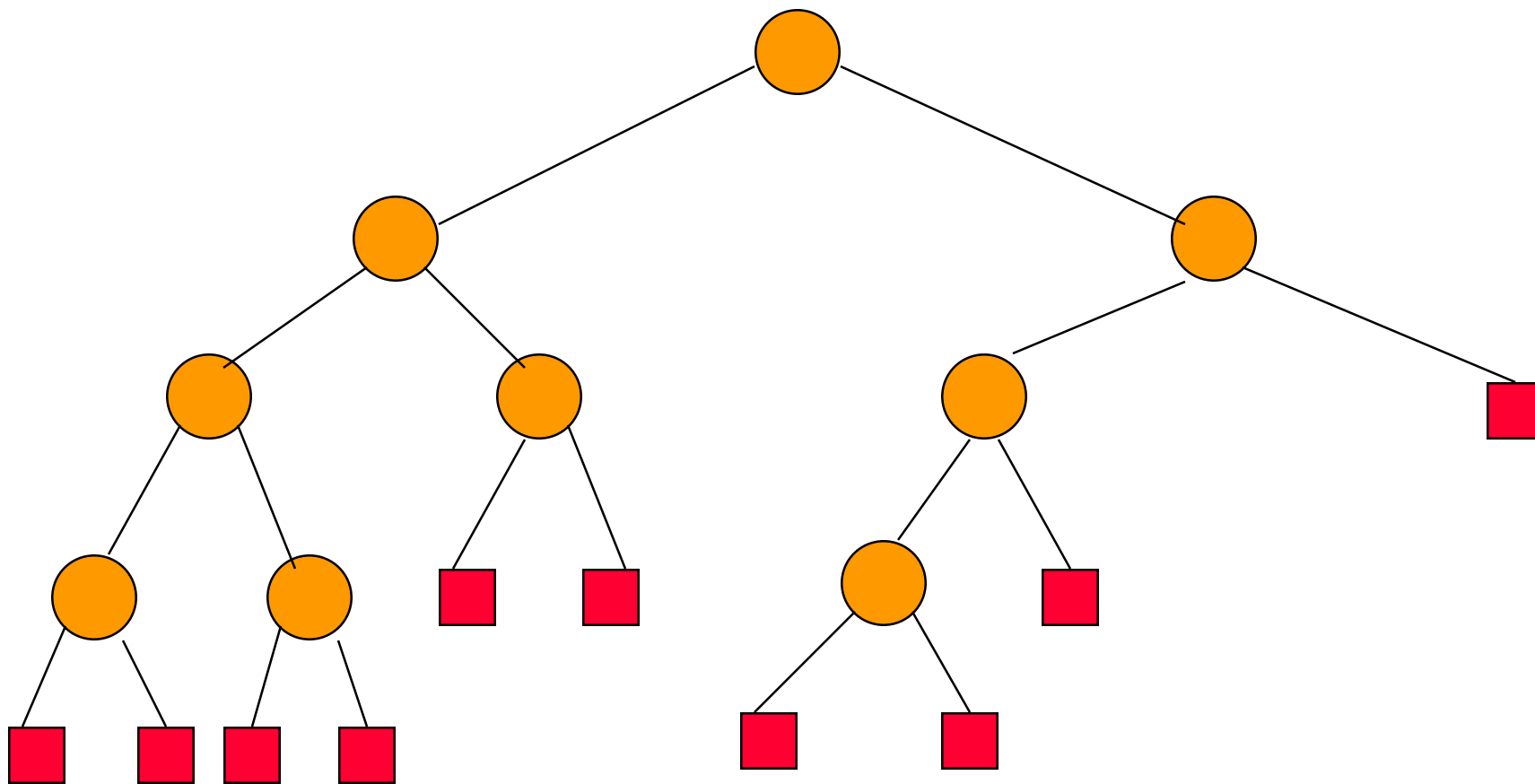
Дурын хоёртын модноос эхлээд  
хоосон дэд мод үүсгэж гадны  
зангилааг нэмнэ

Үр дүнд нь өргөтгөсөн хоёртын  
мод үүснэ.

# Хоёртын мод



# Өргөтгөсөн хоёртын мод



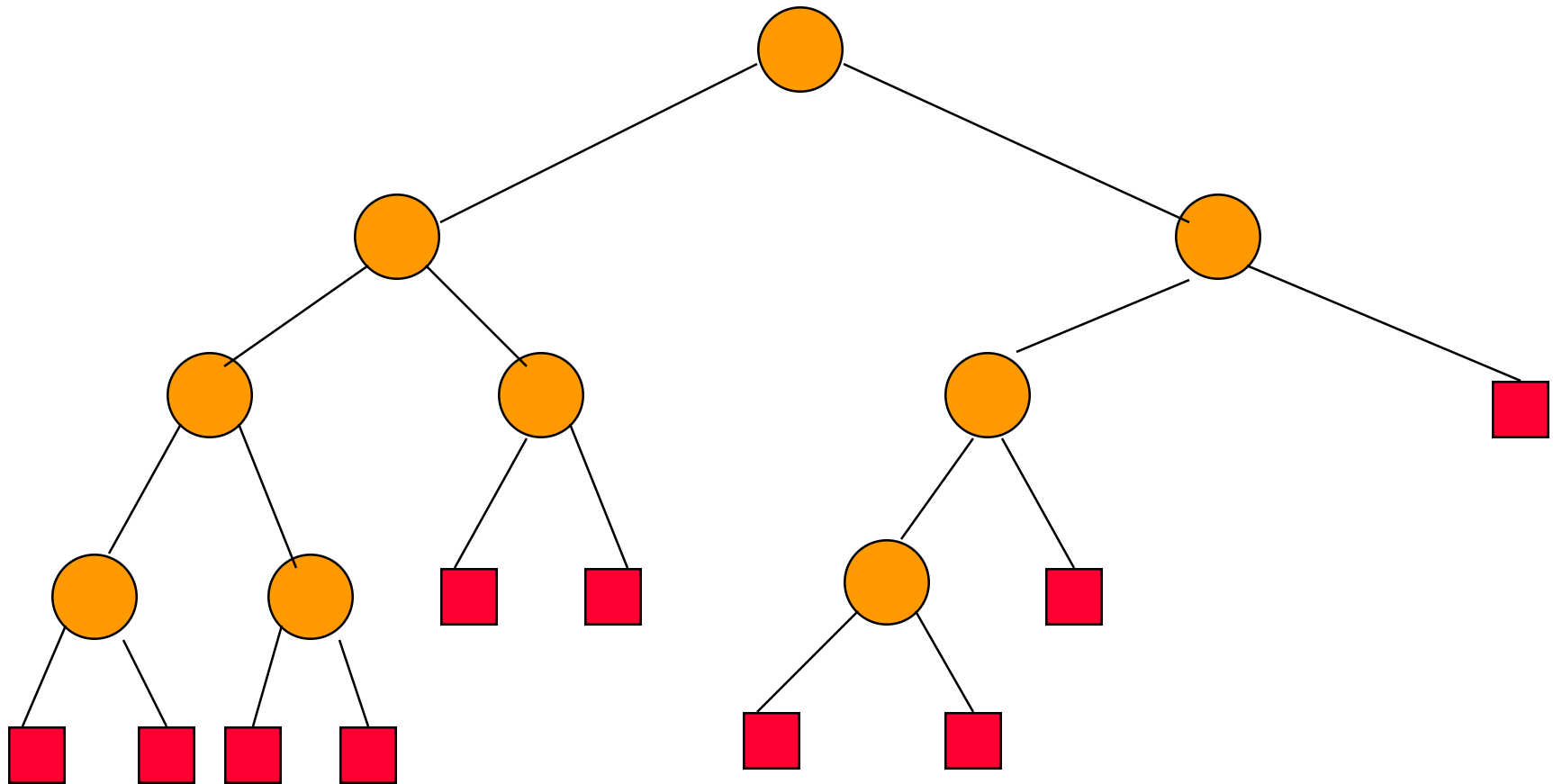
Гадны зангилааны тоо  $n+1$

## $s()$ функц

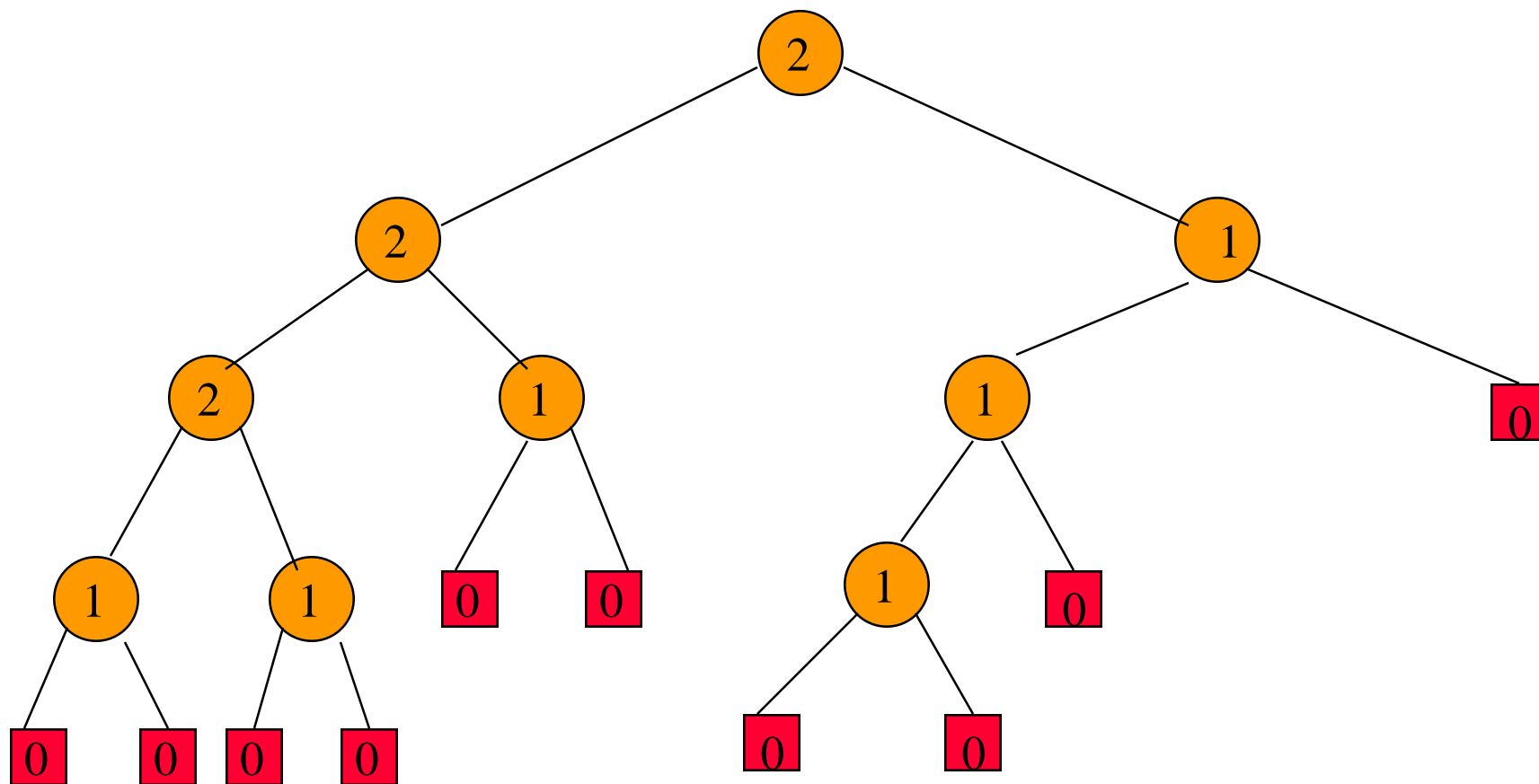
Өргөтгөсөн хоёртын модны дурын  $x$  зангилааны хувьд,

$s(x)$  нь  $x$  –ээс түүнийг үндэс болгосон дэд модны гадны зангилаа хүртэлх хамгийн богино зам.

# s() утга - жишээ



# s() утга - жишээ





## $s()$ —Н ШИНЖ

Хэрвээ  $x$  гадны зангилаа бол  $s(x) = 0$ .

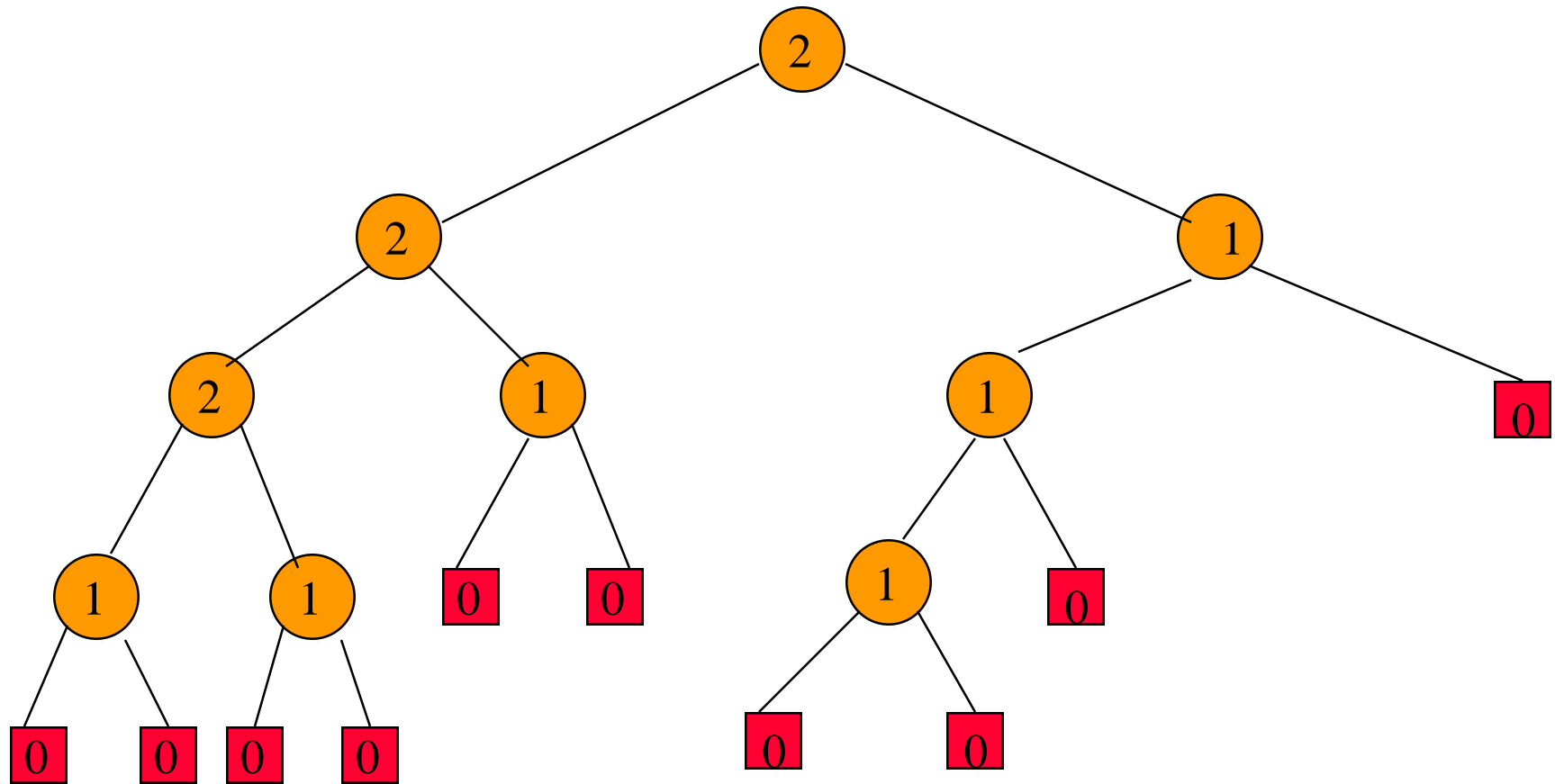
Бусад тохиолдолд,

$$s(x) = \min \{ s(\text{leftChild}(x)), \\ s(\text{rightChild}(x)) \} + 1$$

# Өндрөөр налсан зүүний мод

Хоёртын мод (өндрөөр налсан) зүүний  
мод болохын тулд бүх дотоод  
зангилаа  $x$  -н хувьд  $s(\text{leftChild}(x)) \geq$   
 $s(\text{rightChild}(x))$

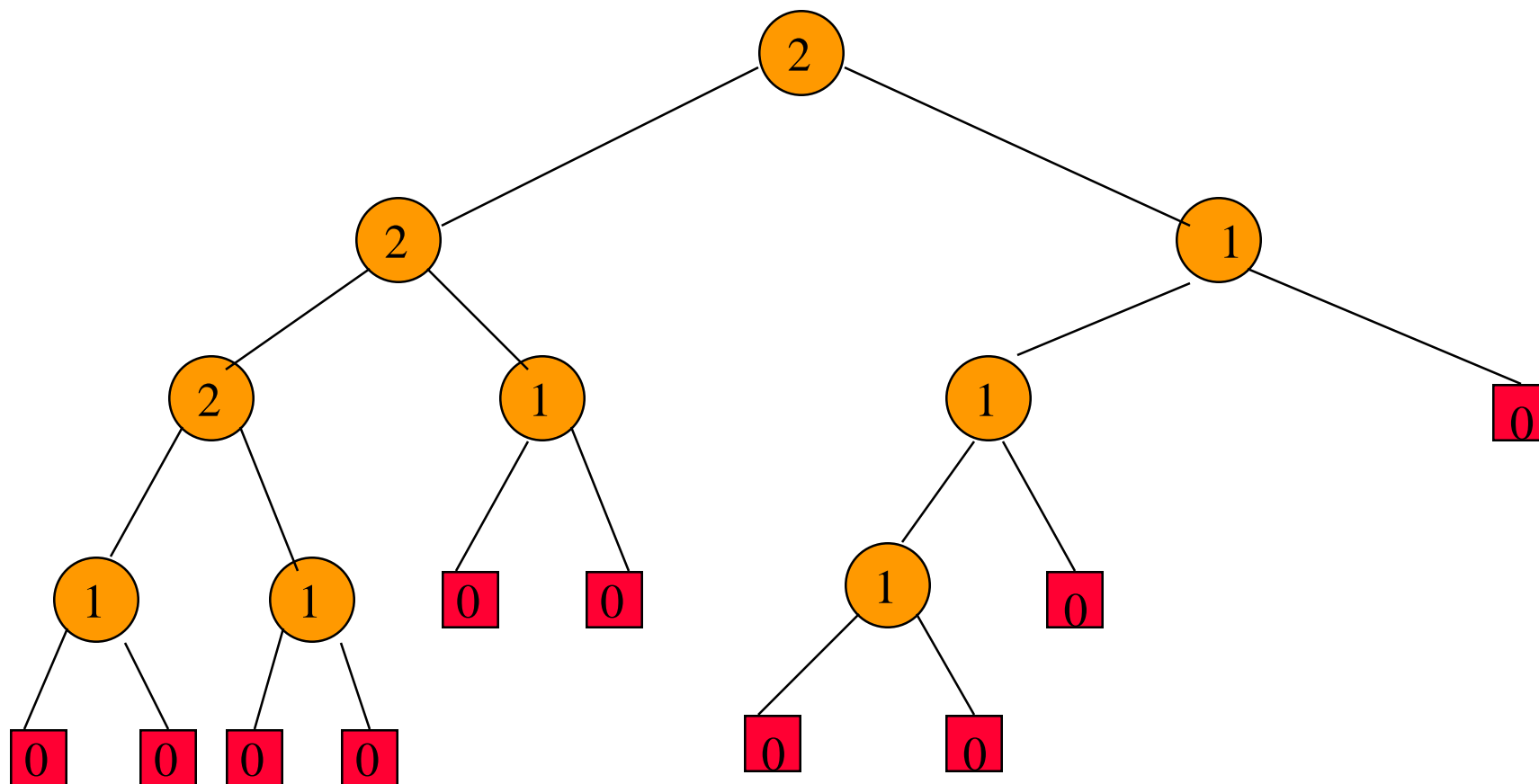
# Зүүний мод



# Зүүний модны шинж 1

Зүүний модонд, хамгийн баруун зам нь  
үндсээс гадны зангилаа хүртэлх  
хамгийн богино зам болдог бөгөөд урт  
нь  $s(\text{root})$ .

# Зүүний мод



## Хамгийн баруун замын урт 2.

# Зүүний модны шинж 2

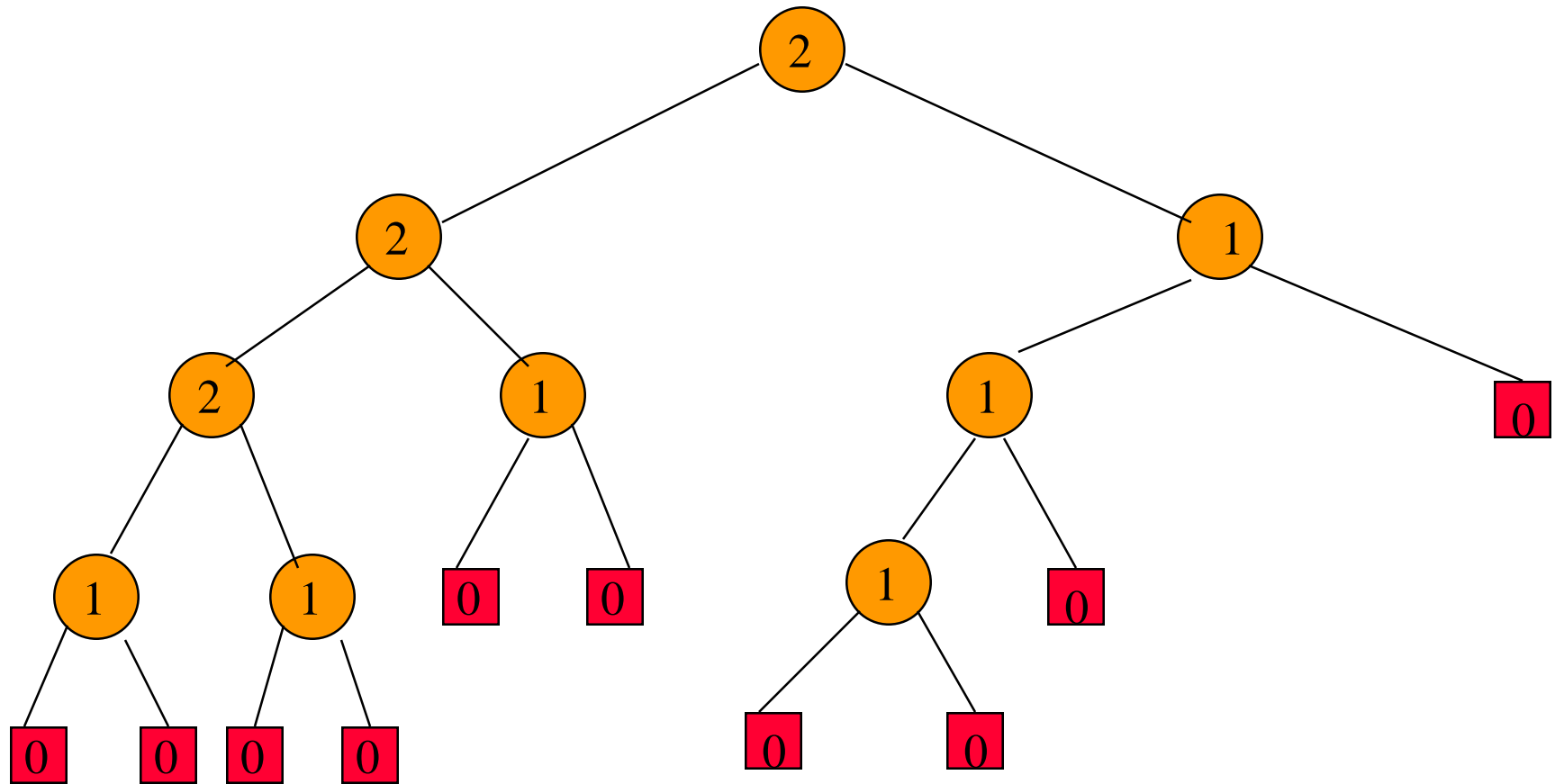
Дотоод зангилааны тоо дор хаяж

$$2^{s(\text{root})} - 1$$

1 -ээс  $s(\text{root})$  түвшингүүдэд гадны зангилаа байхгүй болохоор

$$s(\text{root}) \leq \log(n+1)$$

# Зүүний мод



**1, 2 -р түүвшинд гадны зангилаа алга.**

## Зүүний модны шинж 3

Хамгийн баруун замын урт нь  $O(\log n)$ ,  
үүнд  $n$  – зүүний модны зангилааны  
тоо.

1 , 2 –р шинжээс гарч ирсэн.



# Зүүний мод эрэмбэтэй дараалал болох

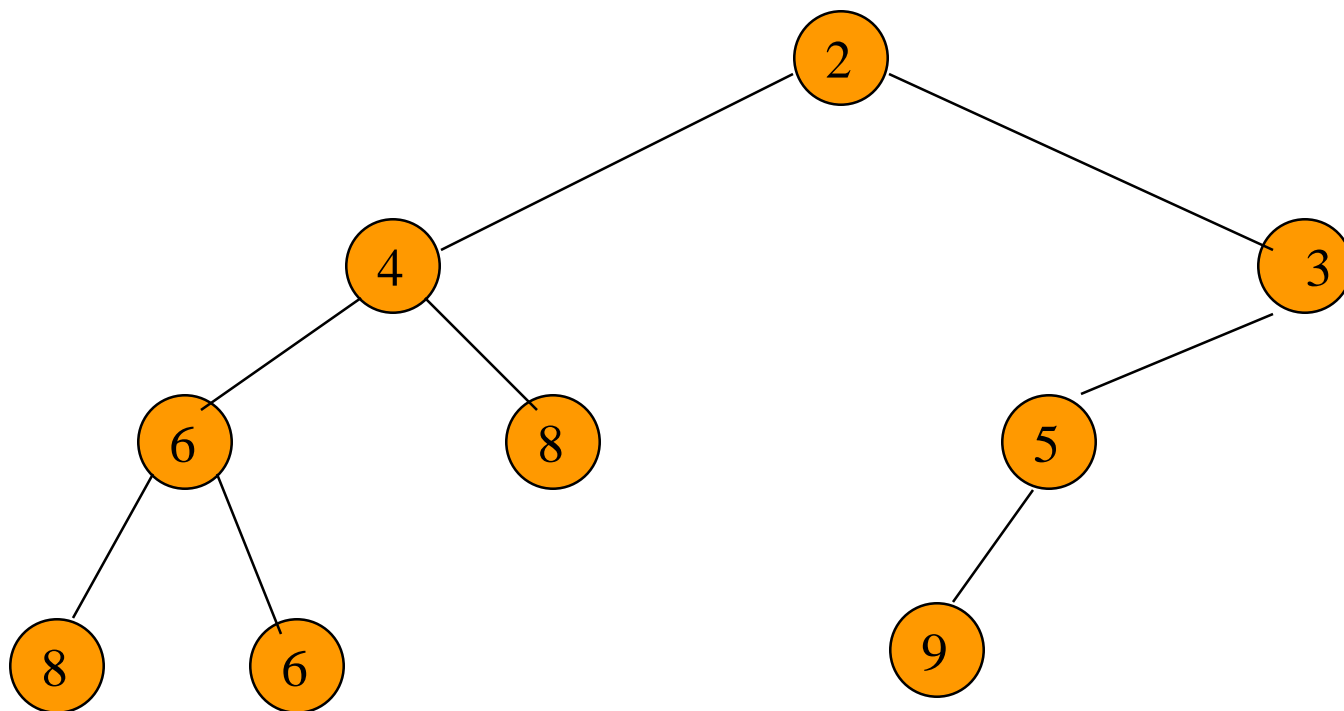
Min зүүний мод бол min мод.

Тэгэхээр min эрэмбэтэй модны байдлаар ашиглана.

Max зүүний мод бол max мод.

Тэгэхээр max эрэмбэтэй модны байдлаар ашиглана.

# Min зүүний мод



# Min зүүний модны зарим үйлдлүүд

put()

remove()

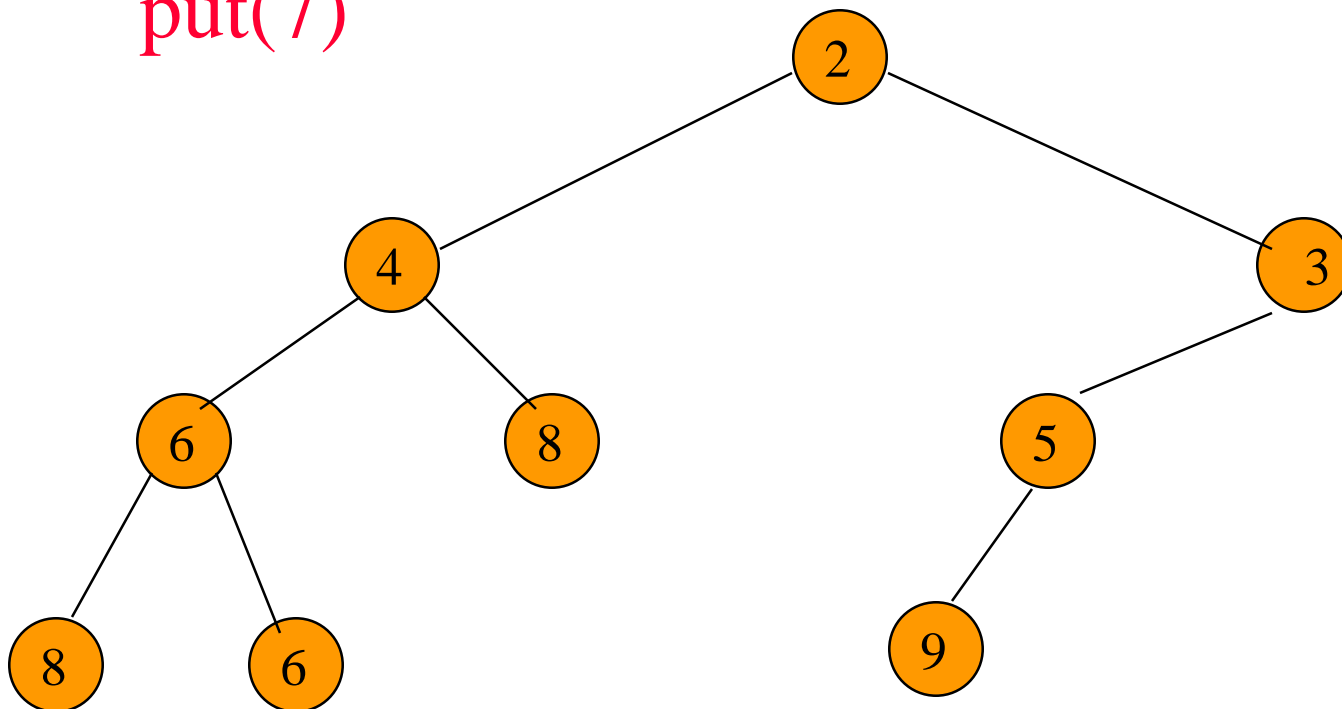
meld()

initialize()

put() , remove() -г meld() -д ашиглана

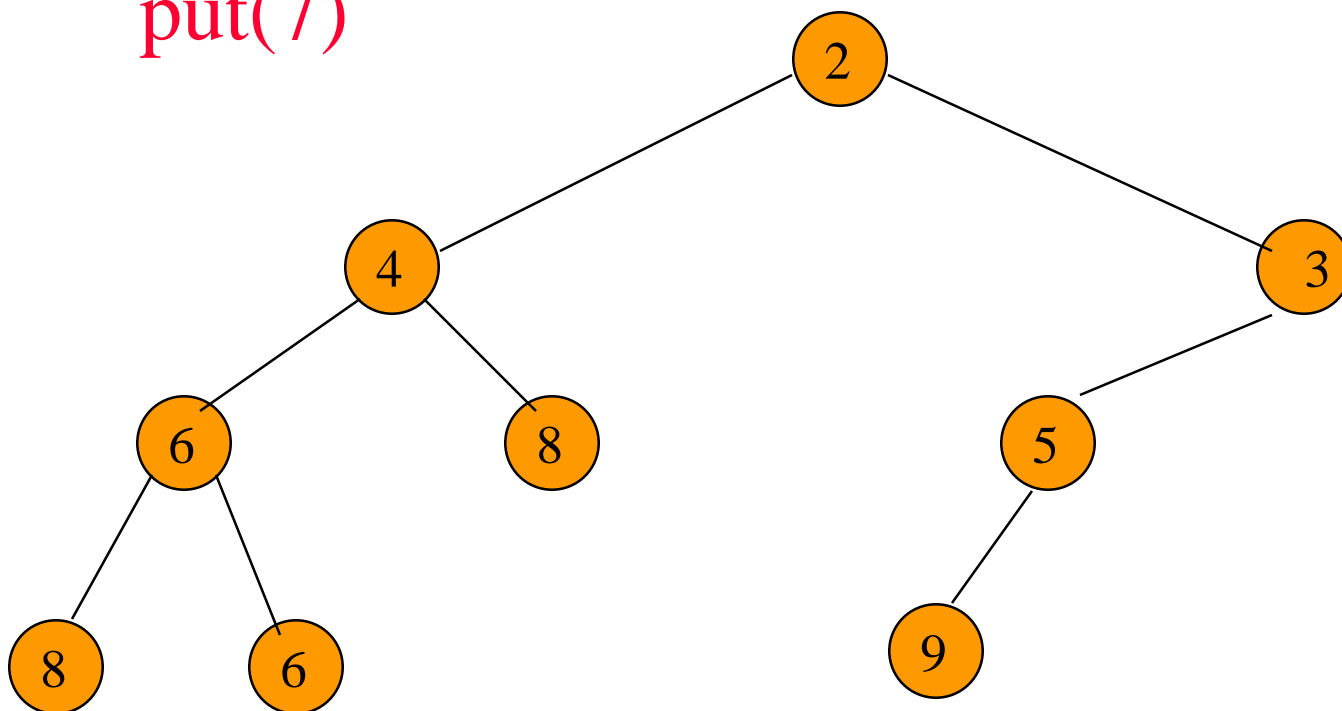
# Put үйлдэл

put(7)



# Put үйлдэл

put(7)

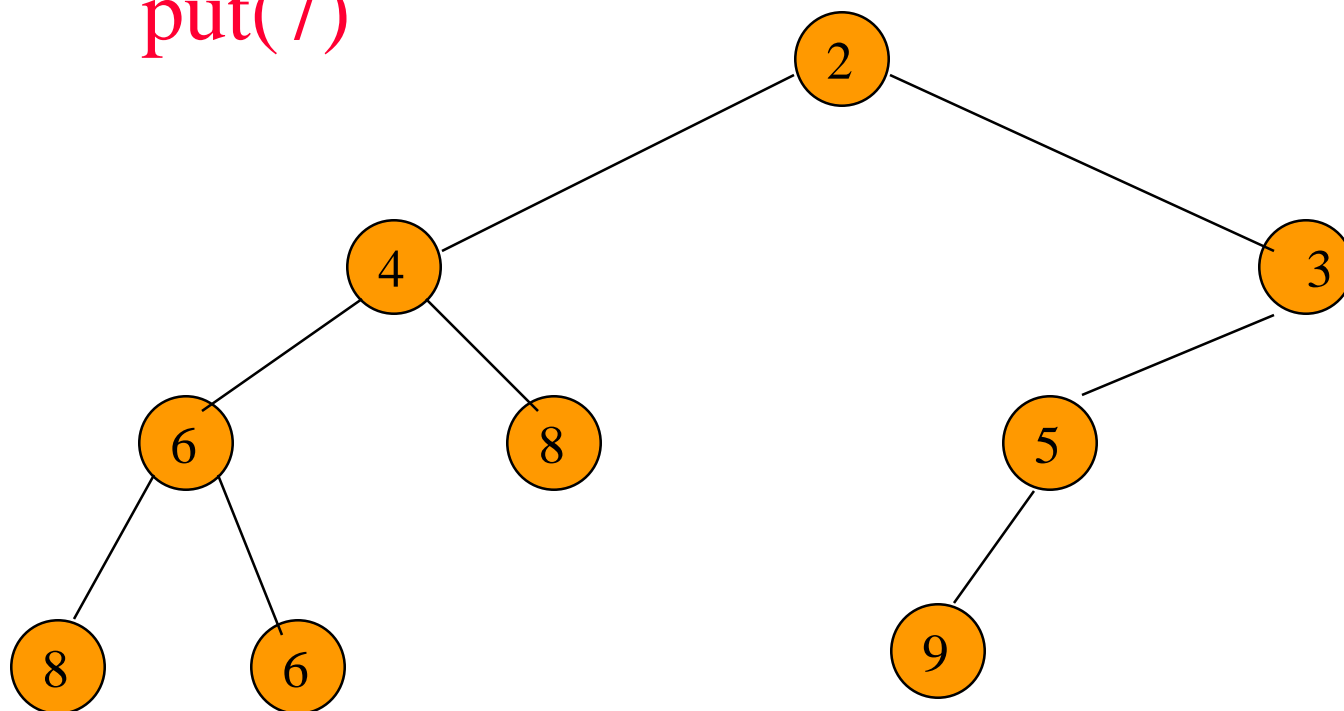


Дан зангилаатай min зүүний мод үүсгэх.

7

# Put үйлдэл

put(7)

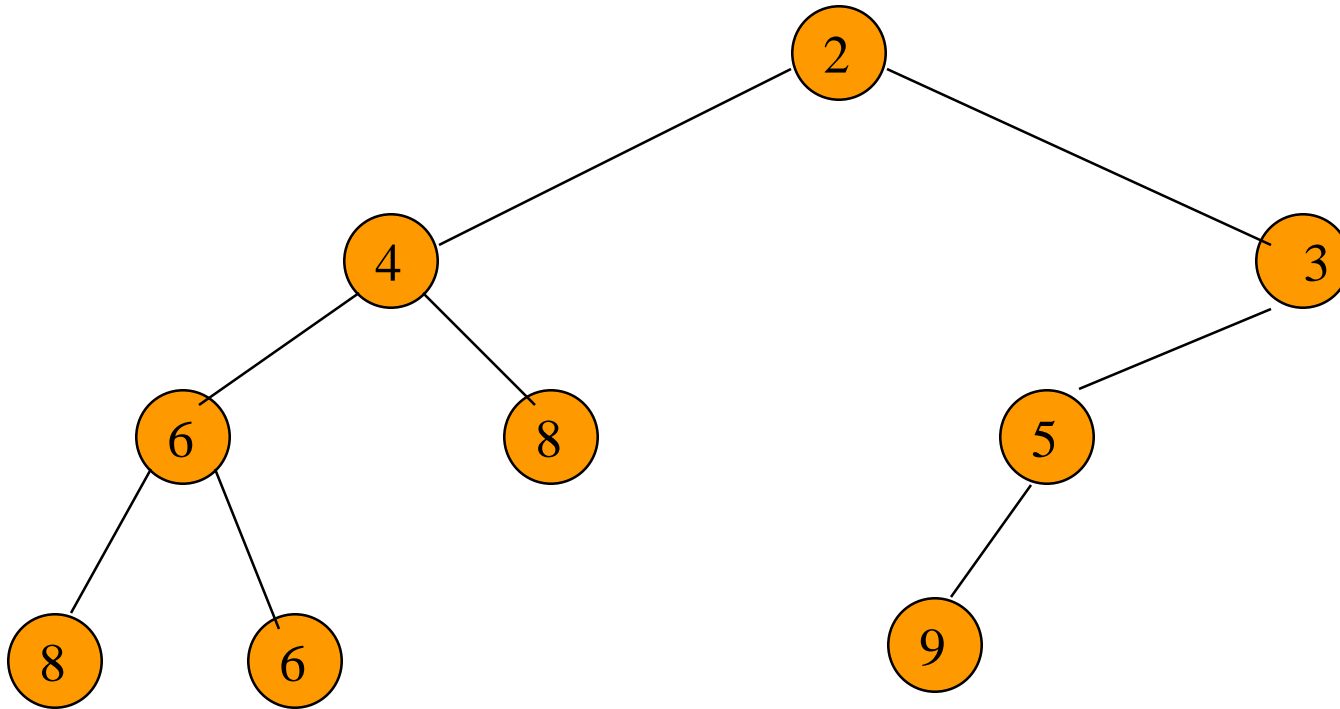


Дан зангилаатай min зүүний мод үүсгэх.

Хоёр min зүүний модыг нэгтгэх.

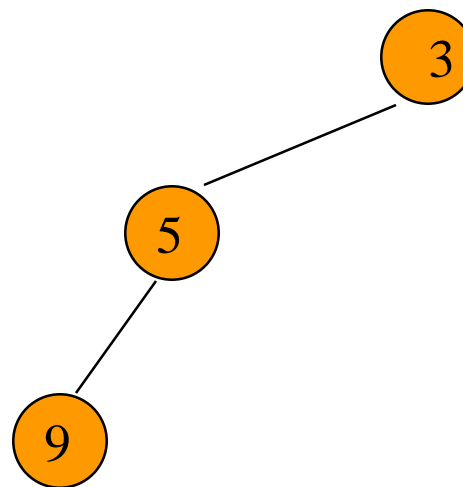
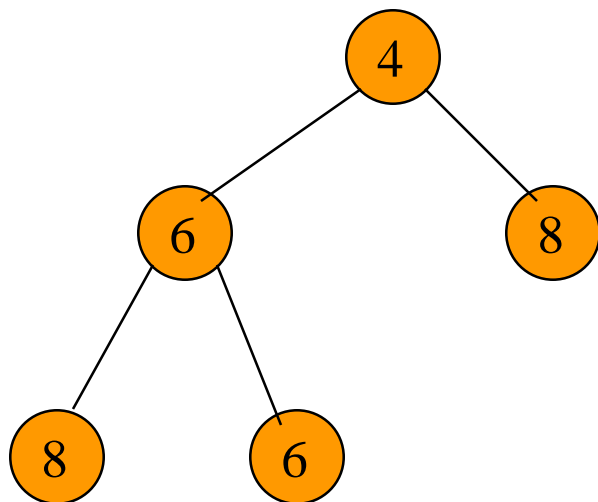
7

# Remove Min



# Remove Min

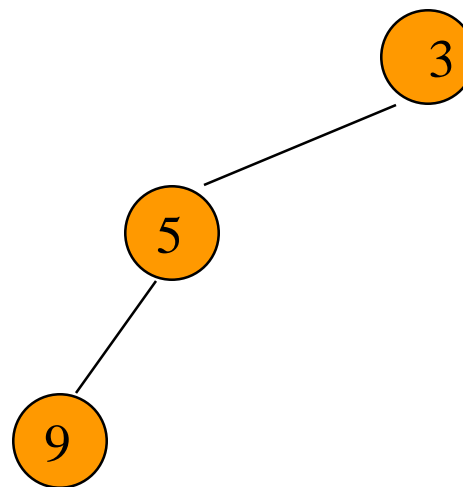
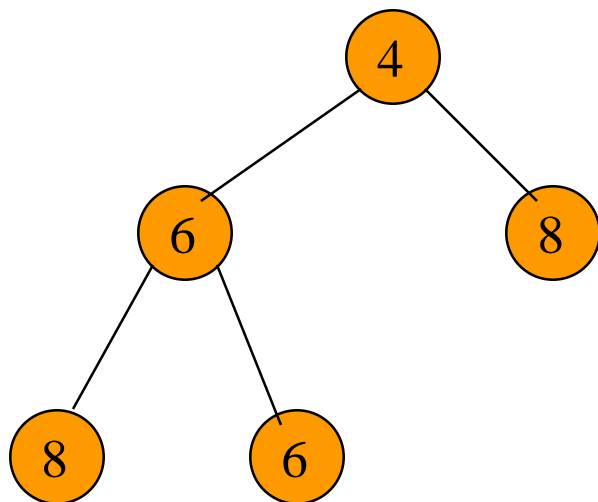
2



Үндсийг устгах.



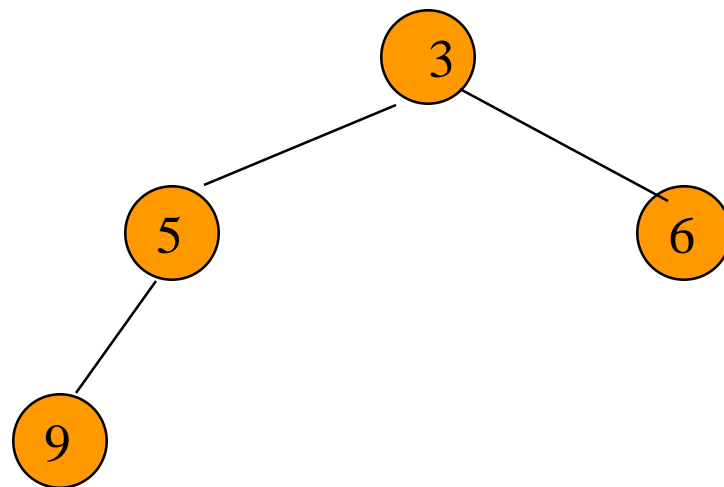
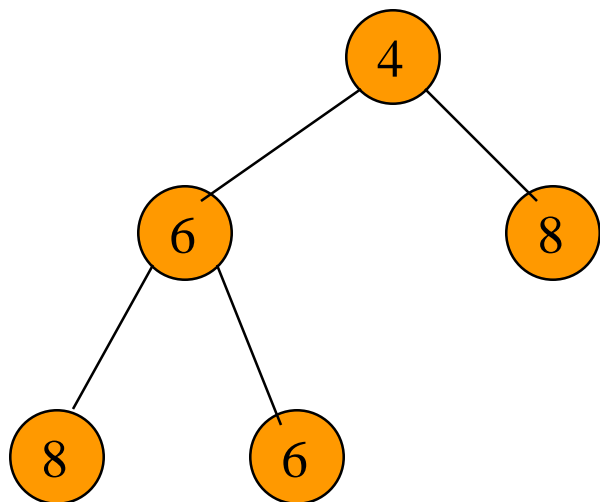
# Remove Min



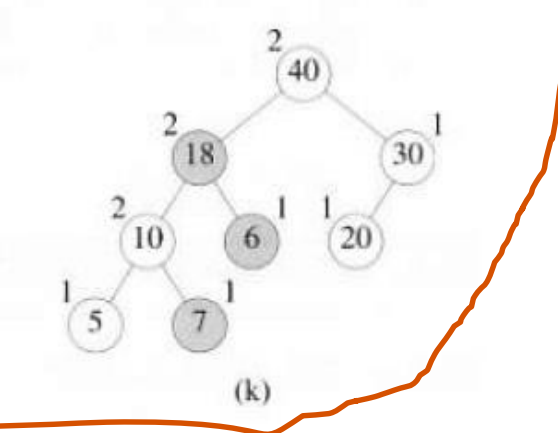
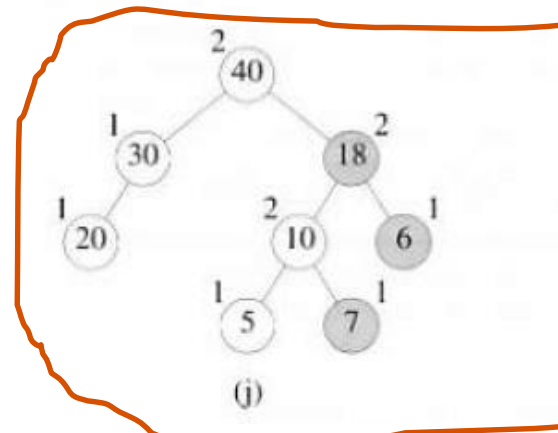
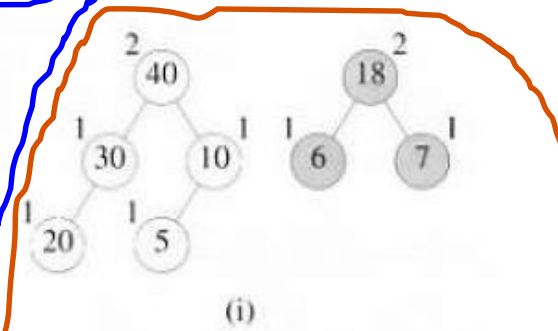
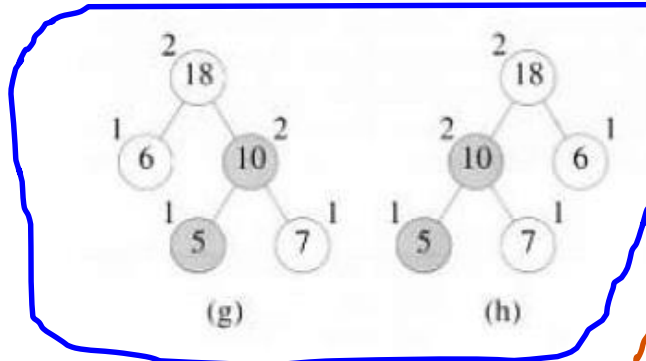
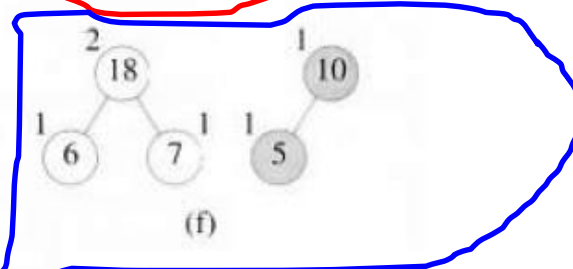
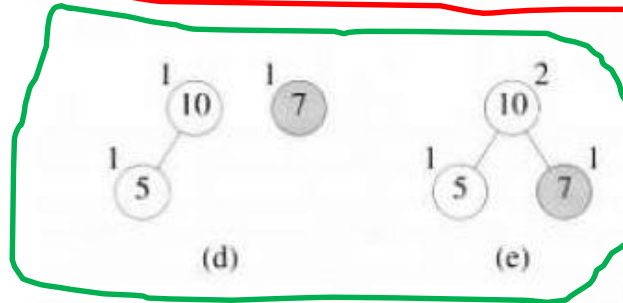
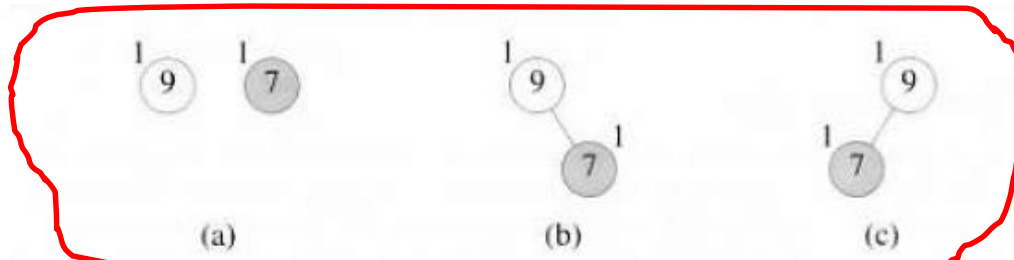
Үндсийг устгах.

Хоёр дэд модыг нийлүүлэх.

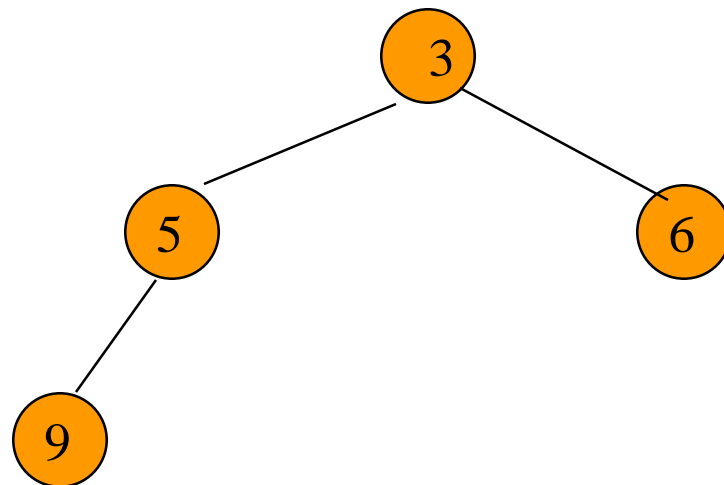
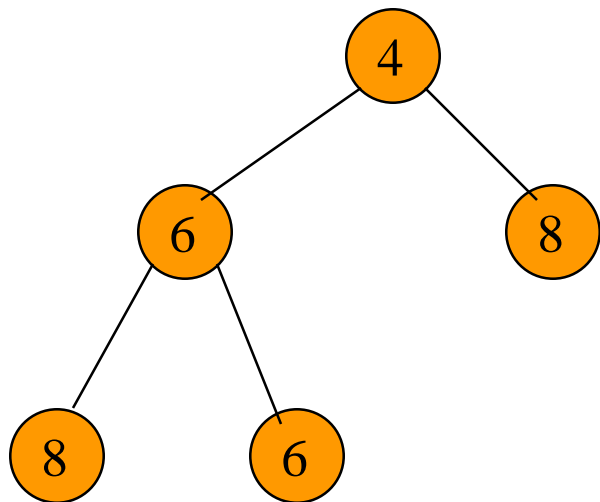
# Хоёр Min зүүний модыг нийлүүлэх



Хамгийн баруун талын замаар нэвтрэхэд хугацаа  
логарифмын хамаарлаар тооцогдоно.

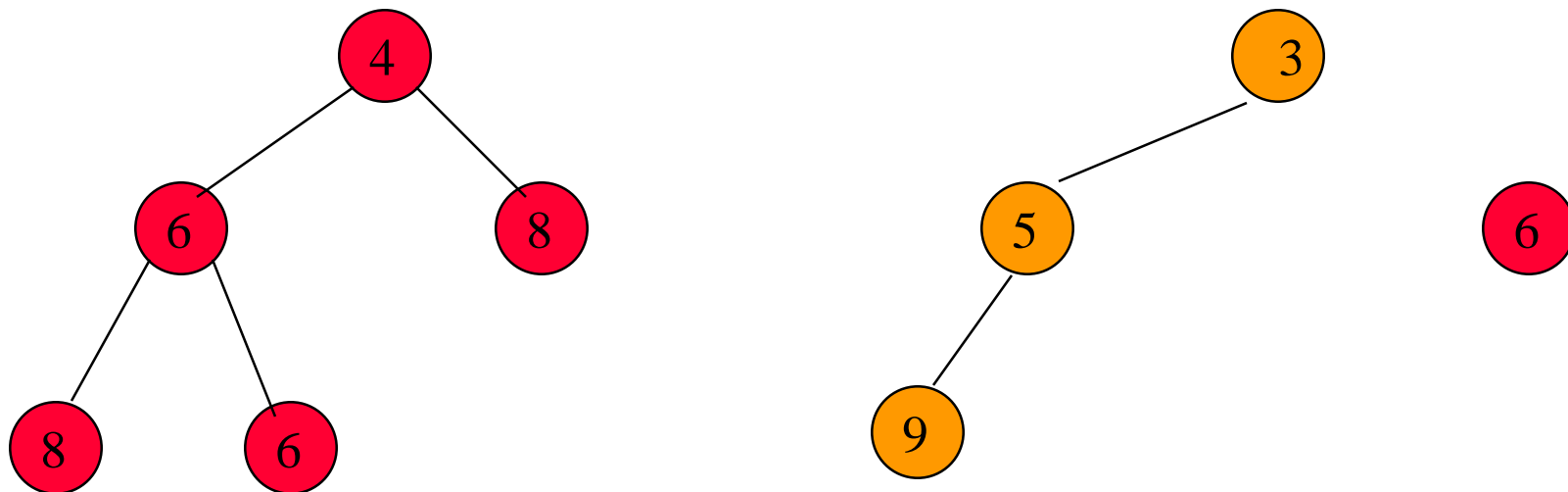


# Хоёр Min зүүний модыг нийлүүлэх



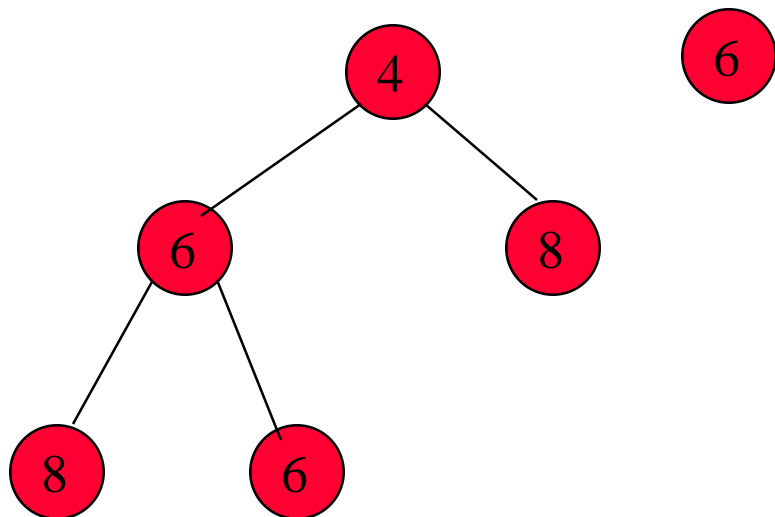
Хамгийн бага үндэстэй модны баруун дэд мод болон бусад модыг нэгтгэх.

# Хоёр Min зүүний модыг нийлүүлэх



Хамгийн бага үндэстэй модны баруун дэд мод болон бусад модыг нэгтгэх.

# Хоёр Min зүүний модыг нийлүүлэх



Хамгийн бага үндэстэй модны баруун дэд мод болон бусад модыг нэгтгэх.

# Хоёр Min зүүний модыг нийлүүлэх

8

6

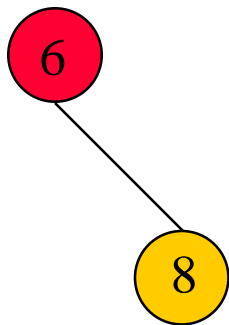
Хамгийн бага үндэстэй модны баруун дэд мод болон бусад модыг нэгтгэх.

6 –н баруун дэд мод хоосон байна. Иймд хамгийн бага үндэстэй модны баруун дэд мод болон бусад модыг нэгтгэсний үр дүн нь бусад мод болно.

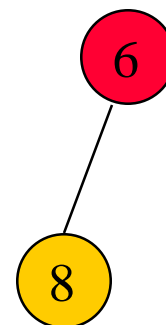
# Хоёр Min зүүний модыг нийлүүлэх



Бага үндэстэй баруун дэд модноос нэгтгэсэн дэд мод гаргах.

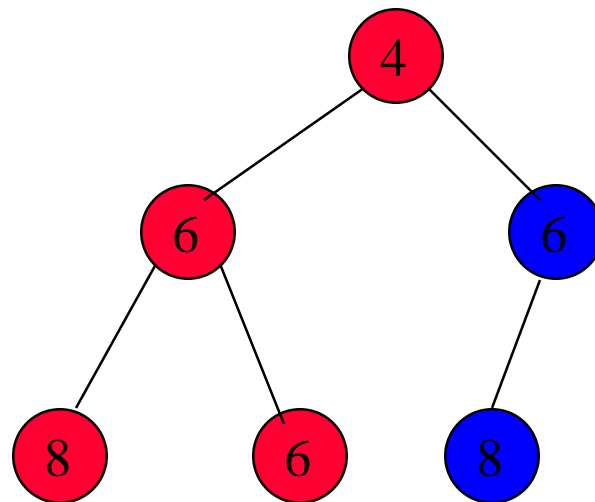
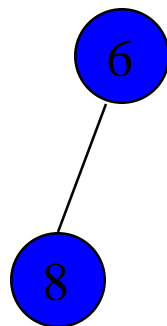
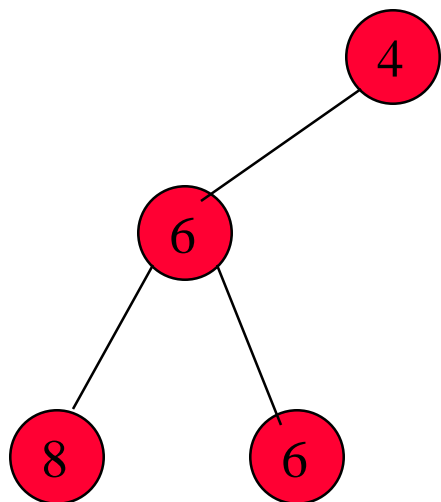


Хэрвээ  $s(\text{left}) < s(\text{right})$  бол зүүн, баруун дэд моднуудын байрыг солих





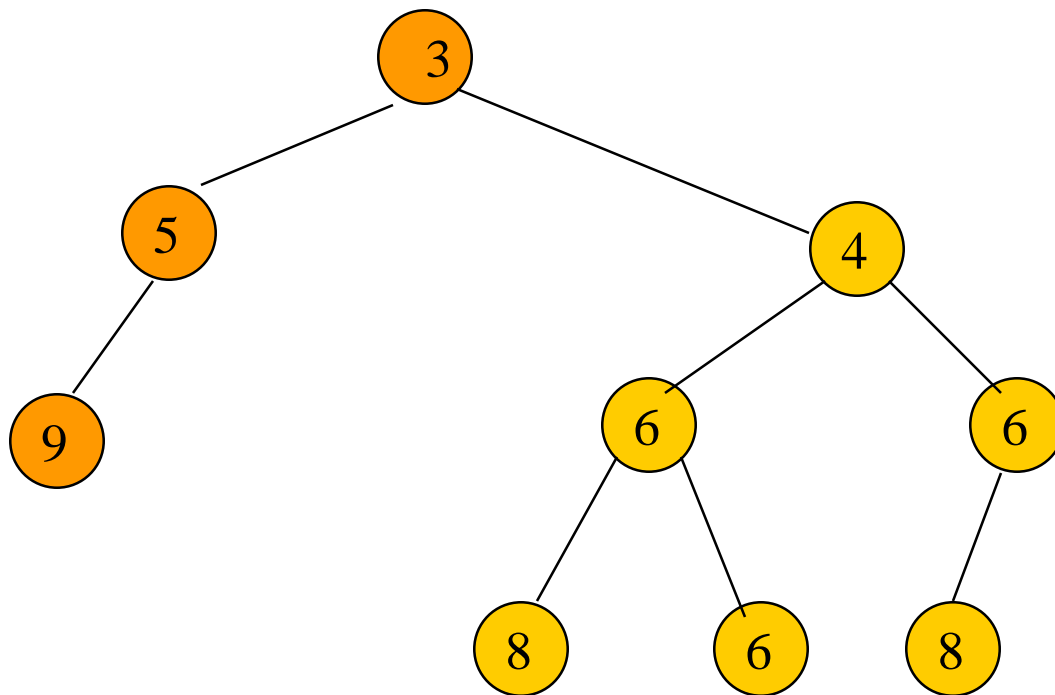
# Хоёр Min зүүний модыг нийлүүлэх



Бага үндэстэй баруун дэд модноос нэгтгэсэн дэд мод гаргах.

Хэрвээ  $s(\text{left}) < s(\text{right})$  бол зүүн, баруун дэд моднуудын байрыг солих

# Хоёр Min зүүний модыг нийлүүлэх



Бага үндэстэй баруун дэд модноос нэгтгэсэн дэд мод гаргах.

Хэрвээ  $s(\text{left}) < s(\text{right})$  бол зүүн, баруун дэд моднуудын байрыг солих

# Хоёр Min зүүний модыг нийлүүлэх

