



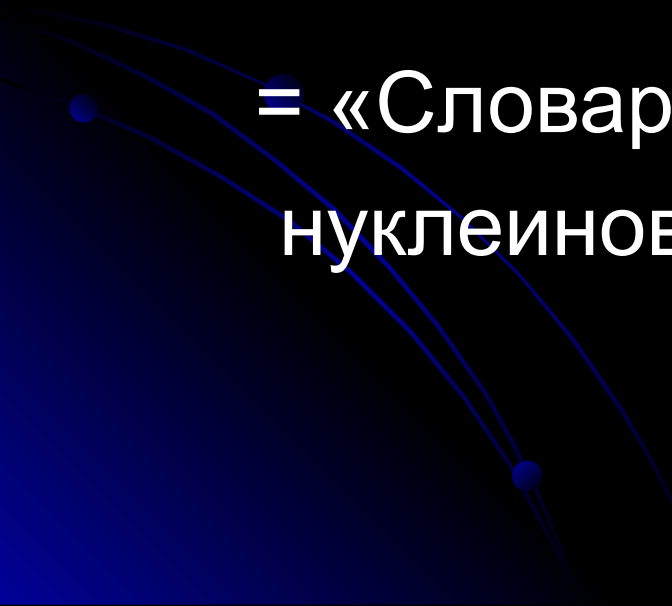
Турнир юных биологов 2007

12 ДУПЛЕТНЫЙ  
КОД

# *Генетический код – это*

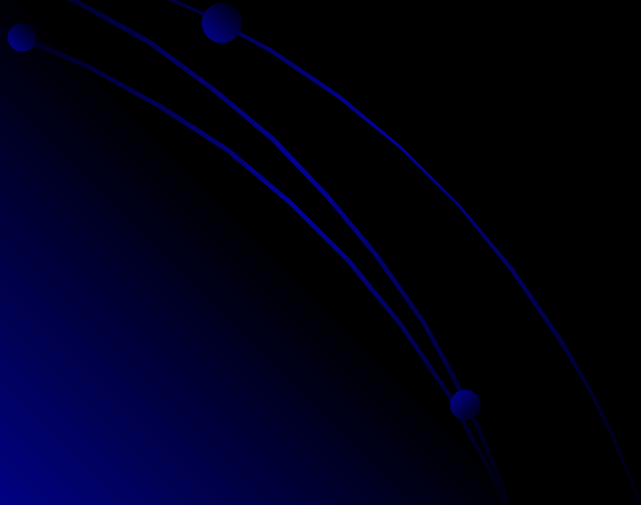
Способ записи информации о  
первичной структуре белков через  
последовательность нуклеотидов  
ДНК и РНК

= «Словарь» перевода с языка  
нуклеиновых кислот на язык белков.



# *Каким должен быть дуплетный код*

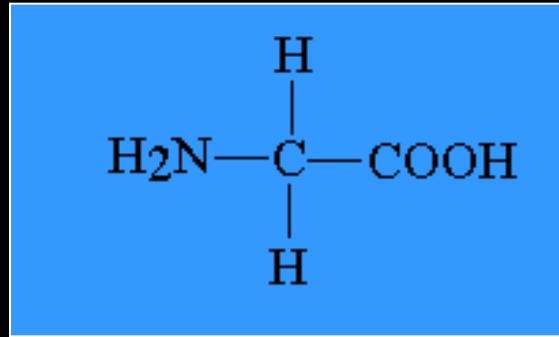
- Число возможных дуплетов = 16
- Им можно закодировать не более 15 а.к.
  - один из дуплетов – на СТОП-кодон



# *Наш метод создания кода:*

1. Выбрали белки **ЛИЗОЦИМ** (129 а.к.) и **МИОГЛОБИН** (154 а.к.);
2. Разделили а.к. на две группы:
  - а) обязательно кодируемые
  - б) с похожими радикалами
3. Посмотрели, какие а.к. наиболее часто встречаются в данных белках;
4. Подобрали дуплеты и а.к. так, чтобы коэффициент  $q$  был как можно больше.

# Проблема глицина:



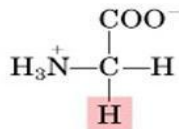
считать глицин полярной или неполярной а.к.?

Мы считали неполярной, потому что:

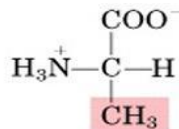
Gly – п:  $q_{\text{тр}} = 1,16$

Gly – н/п:  $q_{\text{тр}} = 1,28$

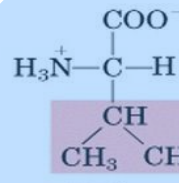
### Nonpolar, aliphatic R groups



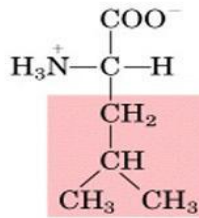
Glycine



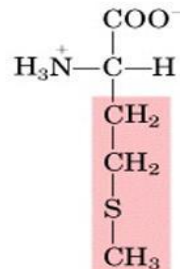
Alanine



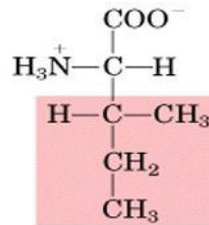
Valine



Leucine

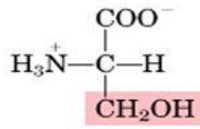


Methionine

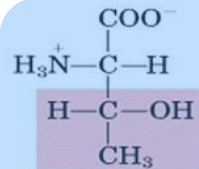


Isoleucine

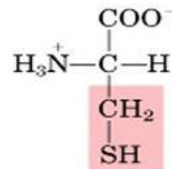
### Polar, uncharged R groups



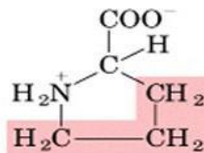
Serine



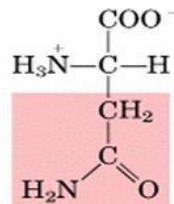
Threonine



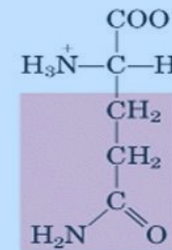
Cysteine



Proline

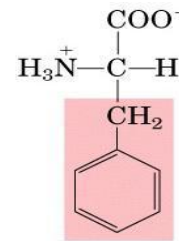


Asparagine

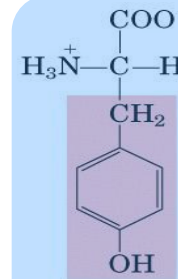


Glutamine

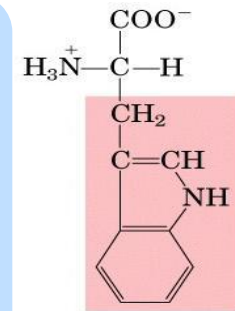
### Aromatic R groups



Phenylalanine

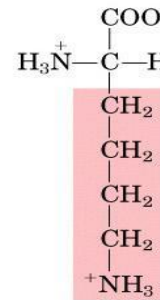


Tyrosine

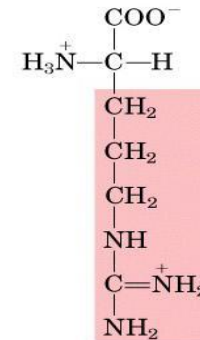


Tryptophan

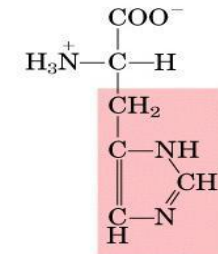
### Positively charged R groups



Lysine

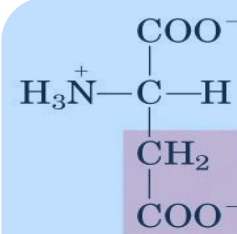


Arginine

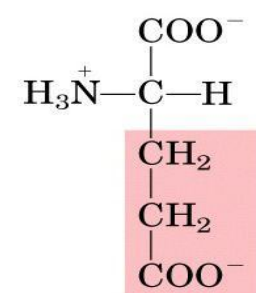


Histidine


### Negatively charged R groups



Aspartate



Glutamate

- Знаком начала гена мы выбрали  
СТАРТ-кодон АУ  
кодирует *Met*, а в начале гена *φMet*.  
(в триплетном АУГ)
  - Знак окончания гена –  
СТОП-кодон УА  
(в триплетном УАА, УАГ, УГА)
- 

# Идеальный дуплетный код

АА	Лей	н/п
АГ	Ала	н/п
АЦ	Иле	н/п
АУ	Мет	н/п

ЦА	Про	н/п
ЦГ	Гли	н/п
ЦЦ	Трп	н/п
ЦУ	Фен	н/п

ГА	Глу	“-”
ГГ	Асн	п
ГЦ	Цис	п
ГУ	Сер	п

УА	СТОП	
УГ	Арг	“+”
УЦ	Гис	“+”
УУ	Лиз	“+”



# Свойства дуплетного кода:

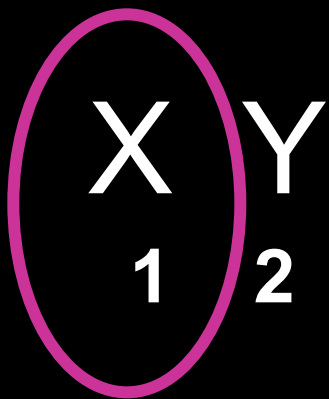
- Отсутствие межкодонных знаков препинания
- Наличие межгенных знаков препинания
- Однозначность
- Неперекрываемость
- Дуплетность
- Нет вырожденности (избыточности)
- Экономичность (на белок той же длины нужно меньше ДНК)

Сравним эти два кода –  
построенный нами  
дуплетный и стандартный  
триплетный



**Один из самых важных  
параметров -  
помехоустойчивость**

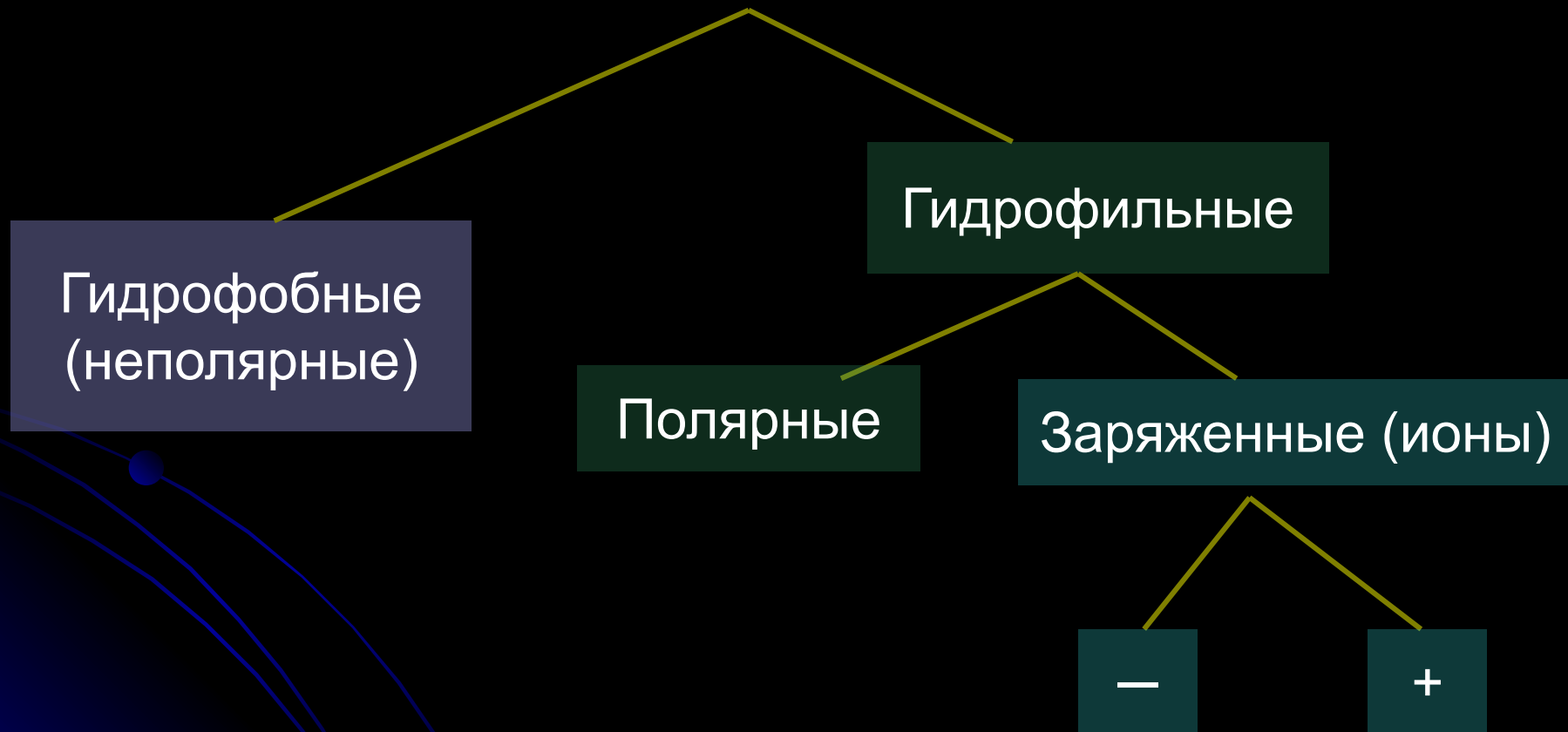
# Помехоустойчивость



**Консервативная замена** – не меняет  
класс аминокислоты

**Радикальная замена** – меняет класс  
аминокислоты

# Классификация аминокислот по полярности радикала



# Подсчёт коэффициента помехоустойчивости (q).

					Р		Р	Р						Р	К	К			
		Р	К	С Т		К	Р		С Т		К	К	К		К	К	К		
А G		Р	К	Р	С G	К	Р		Р	А G	К		К	К	С G	К		К	К
		Р	К	Р		К	Р		Р		К	К	К		К	К		К	К
А U		Р	К	Р	С U	К	Р		Р	А U	К	К	К		С U	К	К	К	
Г А	Р		Р	С Т	U G	Р	Р	Р		Г А		Р	Р	Р	U G	С Т		К	К
Г G	Р		Р	Р	U C	Р	Р	Р		Г G	Р		К	К	U C	С Т	К		К
Г C	Р		Р	Р	U U	Р	Р	Р		Г C	Р	К		К	U U	С Т	К		

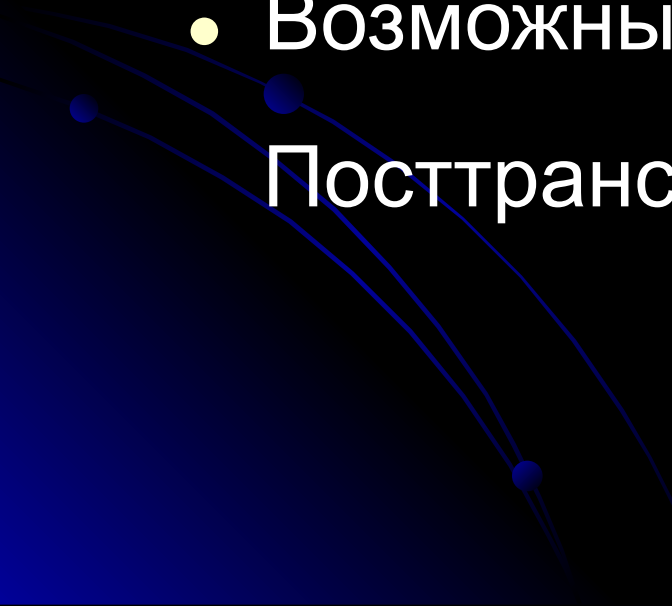
Число радикальных  
замен = 40,

А консервативных -  
44,

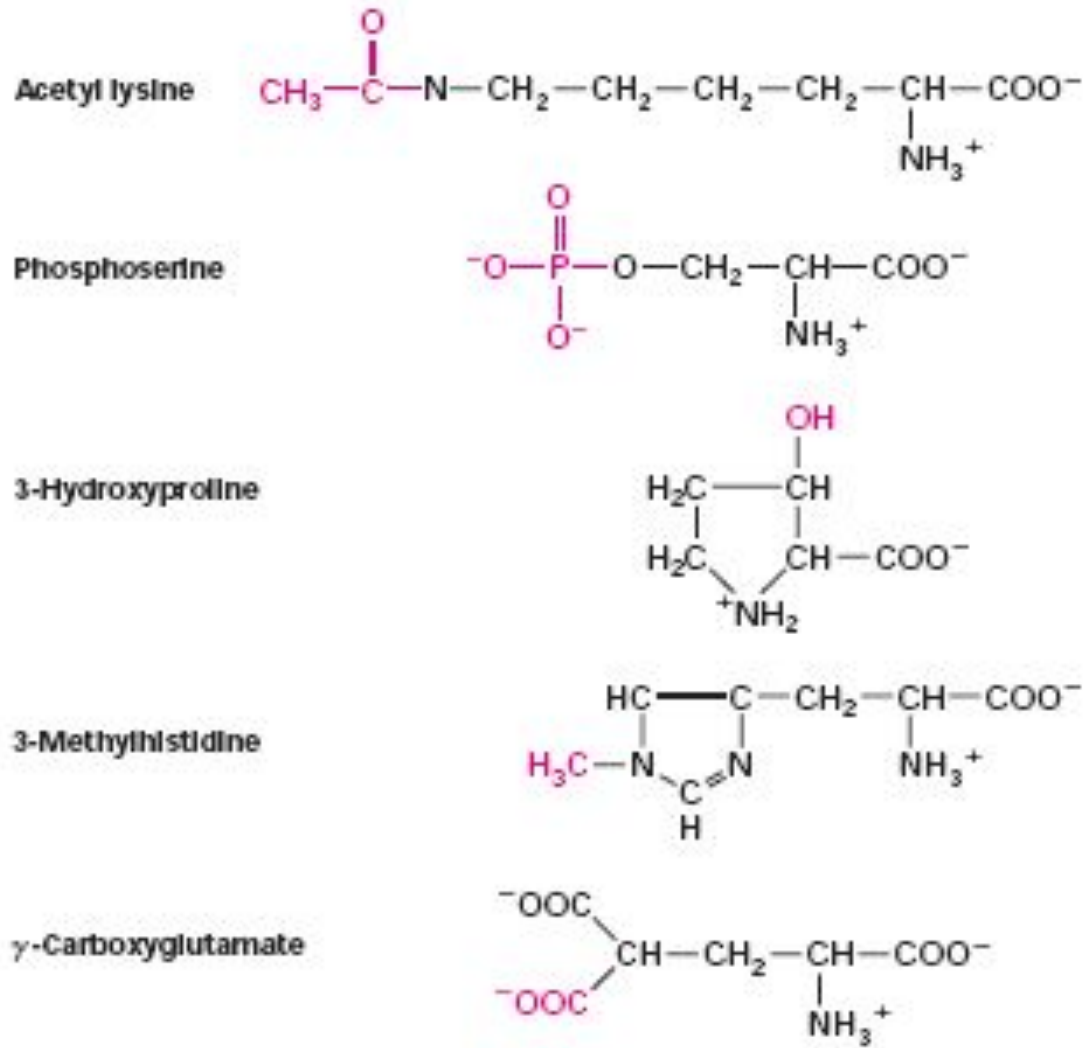
Учитывая, что  
глицин –  
неполярная  
аминокислота и не  
включая кодон УА

$$q = 44/40 = 1,1.$$

# *Недостатки дуплетного кода:*

- Таким кодом невозможно закодировать больше, чем 15 аминокислот.
  - Возможный путь преодоления:  
Посттрансляционная модификация
- 

Примеры  
посттрансляционной  
модификации  
аминокислот



**▲ FIGURE 3-12 Common modifications of internal amino acid residues found in proteins.** These modified residues and numerous others are formed by addition of various chemical groups (red) to the amino acid side chains after synthesis of a polypeptide chain.

# Недостатки дуплетного кода:

- Коэффициент помехоустойчивости ( $q$ ) меньше, чем у триплетного кода ( $q_{\text{тр}} \sim 1,28$ , а  $q_{\text{дп}} \sim 1,1$ )
- Нет вырожденности (избыточности).



# Литература

- В.А. Ратнер. Молекулярно-генетические системы управления. Наука, Новосибирск, 1981.

