

Круглый стол для учителей биологии, физики,  
ХИМИИ.

Актуальные вопросы естественнонаучного  
образования в Новосибирской области



22 августа 2016.

Место проведения:

ГАУ ДПО «ОблЦИТ»,

ГКУ НСО НИМРО ул.

Блюхера, дом 40

Составляющие качества биологического образования.

# О многоходовых задачах в школьном курсе молекулярной биологии



**Чернухин Валерий Алексеевич**

Доцент кафедры  
естественнонаучного образования

**НИПКипРО**

# Задачи по биологии



- Без протокола решения
  - Выбор одного правильного ответа
  - Выбор нескольких правильных ответов
  - Сопоставление признаков

**Доминируют в олимпиадных заданиях,  
а также в ЕГЭ и ОГЭ.**

**Относительно легко формализуется  
проверка.**

**Могут быть проверены компьютером**

- С протоколом решения
  - Перечисляются последовательные этапы рассуждения и вычисления.

**Традиционно считаются более  
сложными.**

**Круг существующих задач очень  
ограничен.**

**Остаётся актуальной проблема  
разработки новых разнообразных  
задач этого типа**

**Труднее поддаются формализации  
проверки.**

**Обязательно проверяются человеком.**

# Изложение протокола решения – основа развития навыков логического мышления.

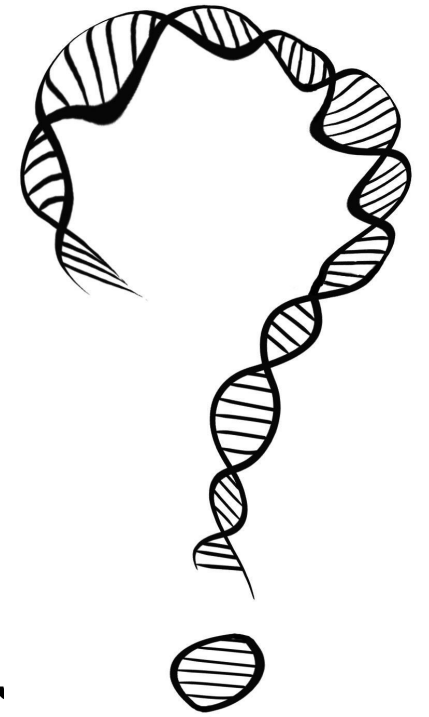
- «Одноходовые», «двухходовые», «трёхходовые», «многоходовые» задачи – термин, широко применяемый в шахматах.

## **ПРОБЛЕ**

## **МА**

- В школьной биологии задачи, требующие написания протокола решения, как правило 2-3 ходовые. Разнообразие задач этого типа очень ограничено.
- Многоходовые задачи практически отсутствуют.

# Как сделать задачу сложной



- Неожиданность, нестандартность
- Многоходовость – ситуация довольно типичная для школьной физики и математики, но исключительно редкая для биологии.
- Выход за пределы школьной программы – типично для биологических олимпиад

Как сделать задачу красивой

**КРАСОТА =  
НЕОЖИДАННОСТЬ X ПРОСТОТА**

# Выход за пределы школьной программы – главный способ усложнить задачи во Всероссийской биологической олимпиаде

**Но не самый лучший  
способ!**

У *E. Coli* в активном центре фермента глутатион-пероксидазы находится аминокислота селеноцистеин. Как он там появля

- а) встраивается в процессе трансляции;
- б) образуется посттрансляционно из остатка цистеина;
- в) образуется посттрансляционно из остатка серина;
- г) образуется посттрансляционно путем присоединения селеноцистеина специальным ферментом.



Теоретический тур заключительного этапа XVI  
Всероссийской

биологической олимпиады школьников. Сочи, 2009

# Мало практикуем логические рассуждения.



## Игнорируем явные логические ляпы.

- Почему вирусы **не считаются живыми организмами**?
- Почему вирусы считаются неклеточными **формами жизни**?
- Неклеточное строение имеют

**организмы:**

- Грибы
- Бактерии
- Вирусы

**Вопросы из ЕГЭ и  
сборников по  
подготовке к нему**

**Мы приучаем детей игнорировать логические  
ошибки!**



# Игнорируем явные логические л

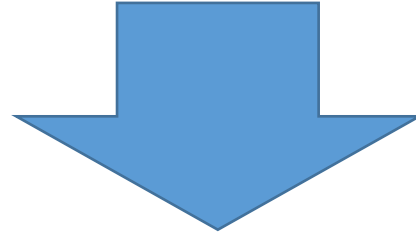
- Размножение генетически неидентичными мейоспорами мхов и папоротников считается бесполом, но...
  - **В учебниках пишется генетическая идентичность потомства при бесполом размножении.**
- Спрашиваем в ЕГЭ в какой группе организмов фотосинтез или кровеносная система возникли **ВПЕРВЫЕ**, хотя...
  - **Науке это неизвестно.**
- Объявляем митоз и мейоз делением клеток, но...
  - **Приводим примеры деления ядер без деления клетки, например, мейоз ядер у инфузорий.**





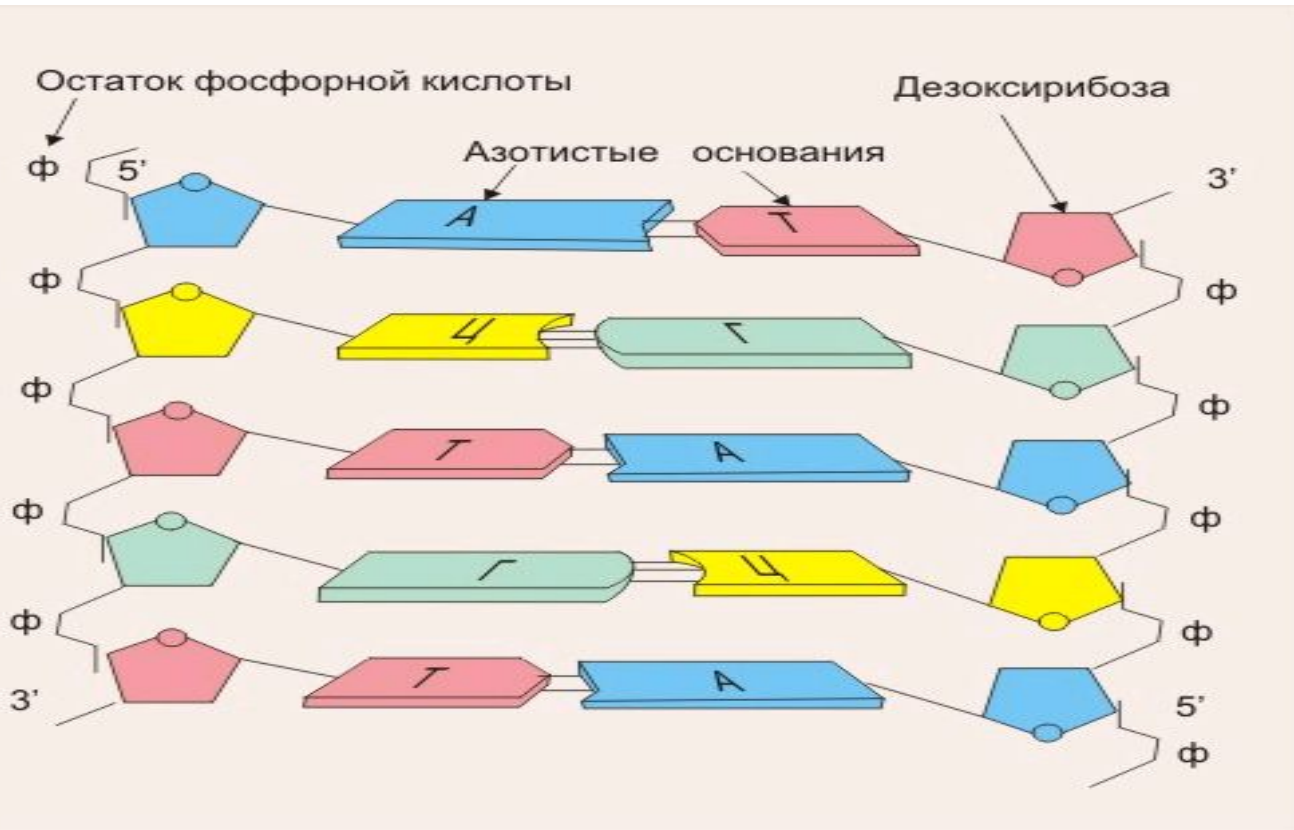
# Проблемы заданий по молекулярной биологии

- Логические противоречия в стандартных алгоритмах решений



- Резко ограниченный круг возможных задач:
  - Нахождение ГЦ-состава молекул ДНК и РНК
  - Нахождение комплементарной цепи, антикодонов тРНК и кодируемых белковых последовательностей.

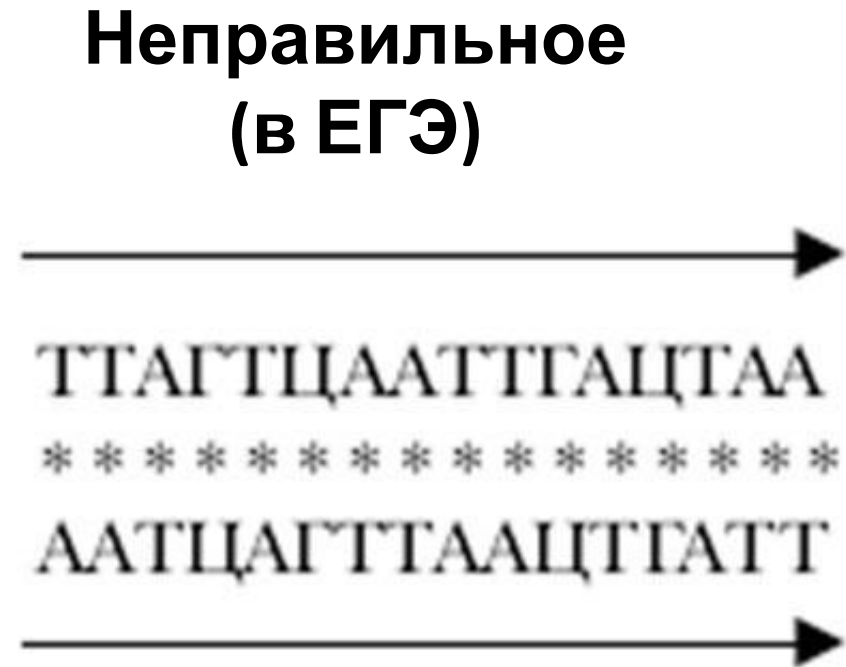
# Об этом в школьных учебниках пишут, но потом игнорируют



**А как же тезис  
«уметь применять  
знания»?**

- Цепь ДНК «имеет направление» (5'- и 3'-концы) – **униполярность**.
- В двойной спирали цепи имеют противоположное направление - **антипараллельность**

# Нахождение комплементарной цепи



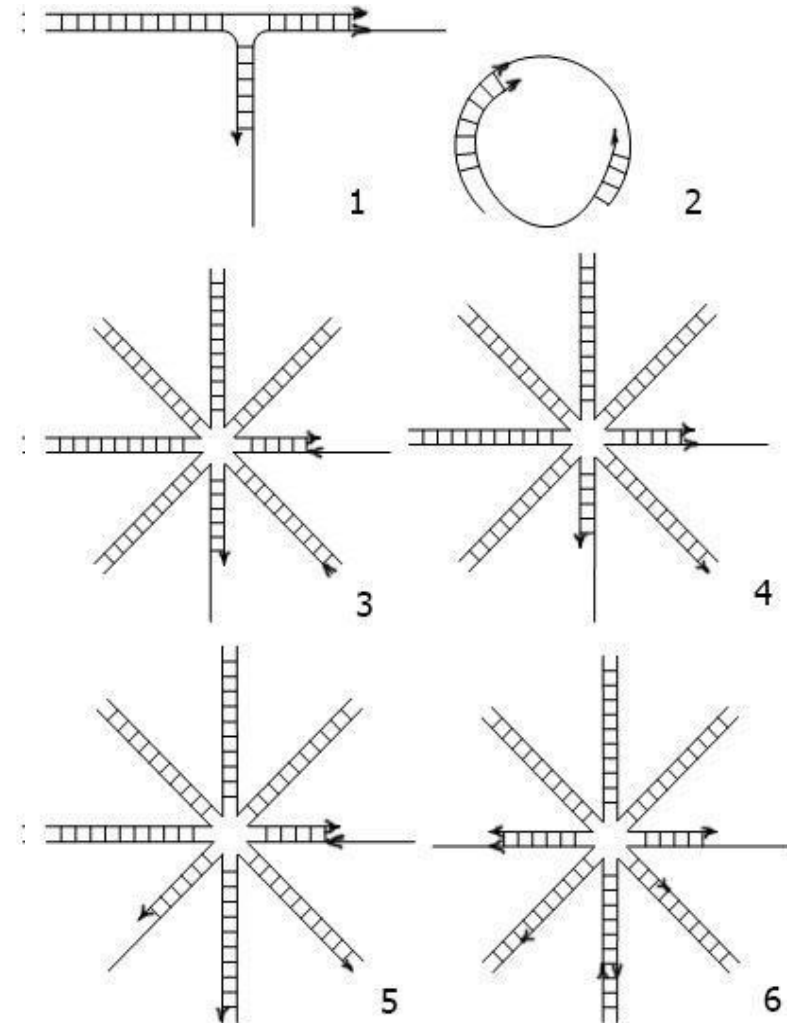
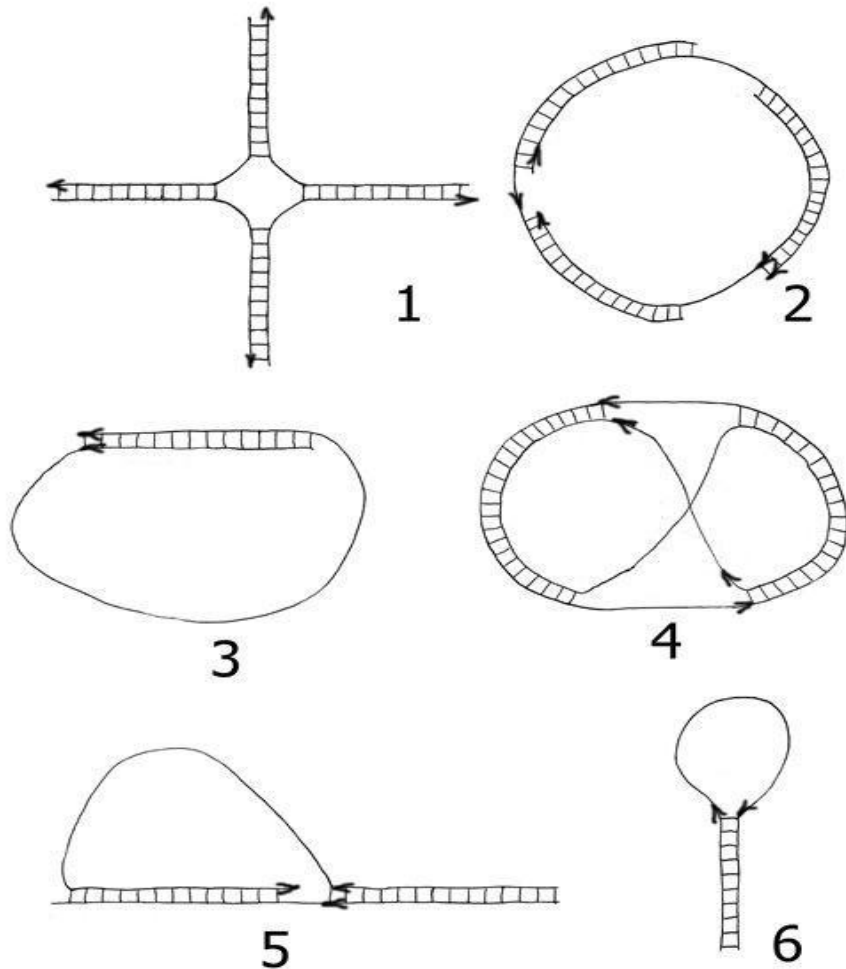
**"Слышал я, что эта ошибка встречается даже в заданиях ЕГЭ. Это уже совсем недопустимо".**  
(один из авторов олимпиадных задач по биологии) о неверном способе написания комплементарной цепи ДНК в ЕГЭ в статье «Некоторые типичные ошибки в учебной литературе по биологии» )



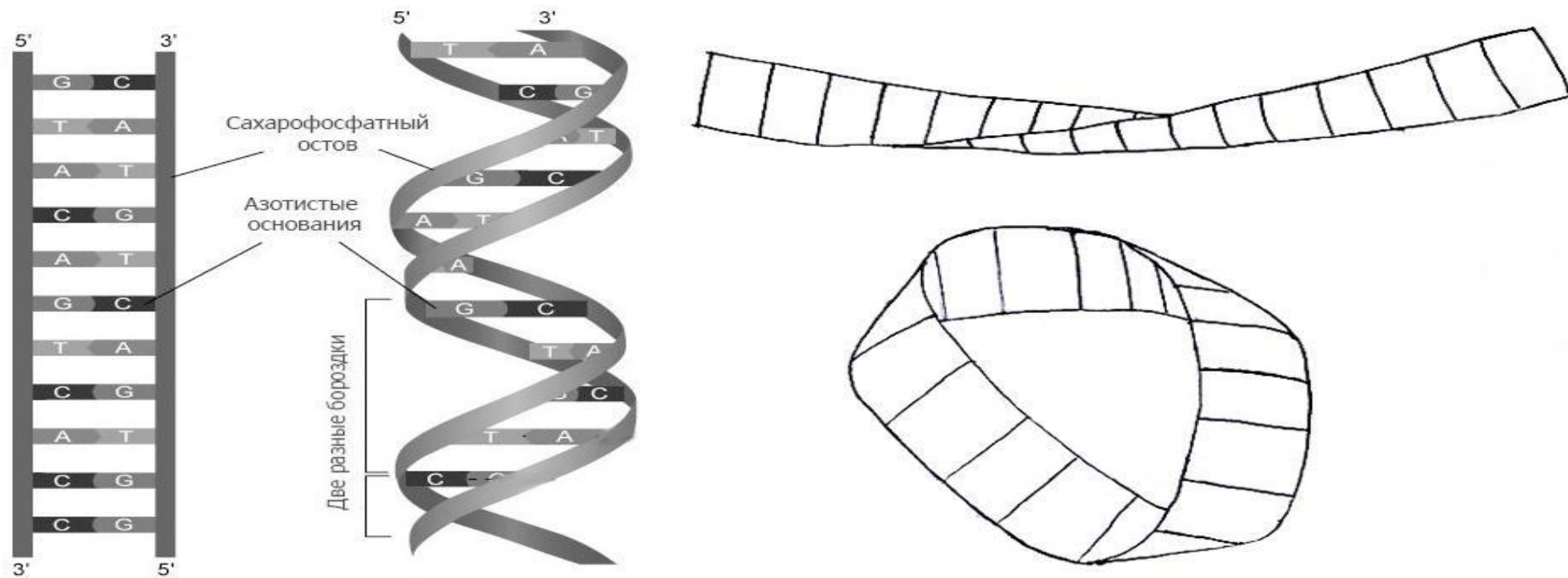
# Топологические задачи

- Найти возможные и невозможные структуры в ДНК или РНК

- Найти возможные и невозможные структуры при репликации (стрелка показывает направление репликации)



# Топологические задачи по молекулярной биологии



- Можно ли из молекулы ДНК сделать ленту Мёбиуса?

# Проблема формулирования условий задач

- *«Дана цепь ДНК: ТЦЦГААТЦГ. Составьте вторую цепь ДНК, сосчитайте количество водородных связей. Что произойдет при выпадении третьего нуклеотида?»*
- **Очень интересный вопрос. А что, в самом деле, должно произойти при выпадении третьего нуклеотида? Даже профессиональный молекулярный биолог вряд ли сможет ответить. В задаче точно что-то «подразумевается», но явно не пишется. Может авторы теста подразумевали, что эта последовательность кодирует белок? Но в задаче не указаны:**
  - **какая цепь матричная, а какая смысловая;**
  - **рамка трансляции.**

# **Задача должна быть сформулирована таким образом, чтобы минимизировать неоднозначное прочтение.**

- В формулировках задач по молекулярной биологии сложилась неудовлетворительная ситуация, когда не указываются концы нуклеотидных последовательностей (5' и 3').
- Подчас даже в ЕГЭ задачи выглядят так, будто некодирующих участков в гене вовсе и нет, а рамка считывания начинается там, где написали первую букву.
- Создаётся впечатление, будто такие темы в школьном учебнике, как, например, транскрипция, в том числе транскрипция на оперонах, или же экзон-интронная структура генов, равно как и иллюстрируемая в значительной части учебников за 10-11 класс униполярность полинуклеотидных цепей и антипараллельность дуплексов далее «забываются».



# Задачи, которые невозможно решить логически противоречивым общепринятым в ЕГЭ способом

- Эндонуклеаза рестрикции *BstF5I* расщепляет последовательность ДНК 5'-ГГАТГ-3'. На сколько частей будет разрезана следующая последовательность?
- 5'-ААА ЦАТЦЦТЦТАТЦТ ГГАТГТЦТТТА ЦАТЦЦТЦТЦТ ЦАТЦЦЦТАЦТЦТЦТТТЦЦ-3'
  - **Неверное общепринятое рассуждение:** *BstF5I* расщепляет ГГАТГ и ЦЦТАЦ.
  - **Правильное рассуждение:** *BstF5I* расщепляет 5'-ГГАТГ-3' и 5'-ЦАТЦЦ-3'.

# Задачи, которые невозможно решить логически противоречивым общепринятым в ЕГЭ способом

*Последовательность ДНК длиной 26 нуклеотидов является смысловой одновременно для двух полипептидных последовательностей (записаны стандартно в направлении от  $\text{NH}_2$  к  $\text{COOH}$ -концу):*

**$\text{NH}_2$ ...-Три-Фен-Гли-Ала-Лиз-Гис-Фен-Гли-... $\text{COOH}$**

**$\text{NH}_2$ ...-Вал-Три-Цис-Лиз-Тре-Три-Мет-... $\text{COOH}$ .**

*Найти эту последовательность.*

# Традиция, принятая для задач по физике и химии: использование справочного матери

В фрагменте смысловой последовательности гена 5'-**ЦЦЦТАГАТЦЦЦГЦГГЦЦЦТТТТААТГГ**ЦТ-3' имеется полных 9 кодонов, часть из которых (не менее 6) кодируют аминокислоты, образующих в белке конец  $\alpha$ -спирали, а часть - неспиральную структуру. Определить, соответствующую последовательность белка из 9 аминокислот и аминокислоты, входящие в  $\alpha$ -спираль. Какой конец  $\alpha$ -спирали здесь представлен: N- или C-конец?

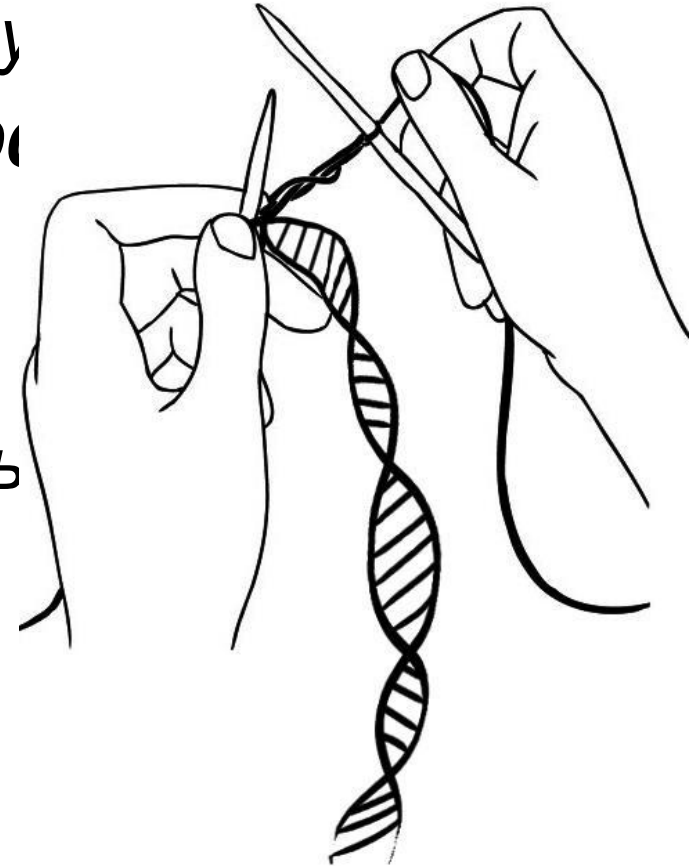
Свойства аминокислотных остатков образовывать типичные элементы пространственной структуры белка<sup>2</sup>

Аминокислотный остаток	Яркая тенденция быть в:							
	до	спираль		за		клуб	ядр	
	$\alpha_N$	$\alpha_N$	a	$\alpha_C$	$\alpha_C$	b	ок	р
Гли			--			-	++	
Ала			+				-	
Про		++	--	--	--	--	++	
Глу	++	++		--	--	-		--
Асп	++	++	-	--	--	--	+	--
Гли								-
Асп	+		--		+	--	++	-
Сер	+						+	
Гис		-		+	+			
Лиз	--	--		++	+	-		-
Арг	--	--		++	+	--	+	-
Тре	+					+		
Иле						+	-	++
Вал						+	-	++

<sup>2</sup> Данные, приведённые в таблице взяты из Финкельштейн А.В., Птицын О.Б. Физика белка. – М.: КДУ, 2012 – 524 с.

# Многоходовая задача: возможно пока рекорд

- Последовательность ДНК длиной 26 нуклеотидов является смысловой одновременно для двух полипептидных последовательностей (записаны стандартно в направлении от  $\text{NH}_2$  к  $\text{COOH}$ -концу)  
 $\text{NH}_2$ ...-Три-Фен-Гли-Ала-Лиз-Гис-Фен-Гли-... $\text{COOH}$   
 $\text{NH}_2$ ...-Вал-Три-Цис-Лиз-Тре-Три-Мет-... $\text{COOH}$ .
- Запись протокола решения требует 3 страниц

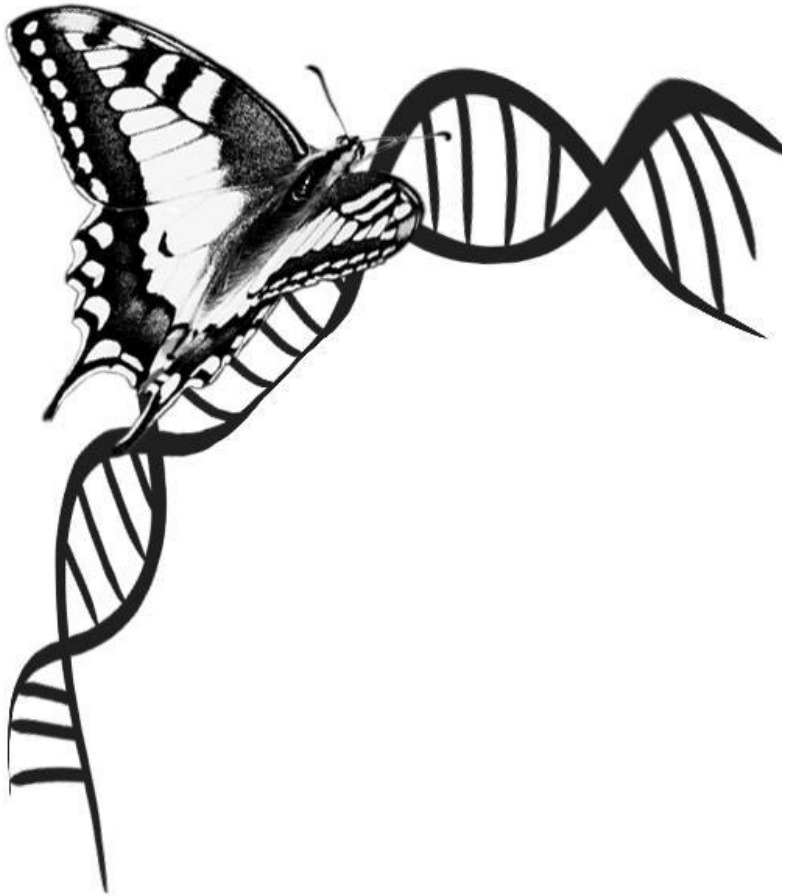


# ГЛАВНЫЕ ТЕЗИСЫ!

- **Необходимо привнесение к биологическим задачам тех лучших традиций, которые существуют для школьных задач по физике, математике, химии:**
  - Уважение к точности формулировок.
  - Недопустимость логических противоречий.
  - Достаточно большая доля многоходовых задач с записью протокола решения.
  - Развитие способности в использовании справочного материала.
- **Применение правильного алгоритма нахождения комплементарной цепи открывает целую вселенную красивых и разнообразных многоходовых логических задач по молекулярной биологии.**

# Конструктивный результат

- Автором создано пособие: **«Задачи по молекулярной биологии: разнообразнее и интереснее»**, позволяющее существенно выйти за рамки резко ограниченного круга задач (Издательство НИИПиКРО).
- Большинство предложенных задач являются принципиально новыми, но их решение не требует выхода за пределы школьного учебника.



**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ**





# Эффективное развитие образования, обеспечение доступности качественного образования, отвечающего требованиям современного инновационного социально ориентированного развития региона, страны в целом

