



научно-методический журнал

ISSN 0320-9660

1 2023

БИОЛОГИЯ

В ШКОЛЕ



РИБОСОМЫ И БИОСИНТЕЗ БЕЛКА
РЕАЛИЗАЦИЯ ОБНОВЛЕННЫХ ФГОС ООО
В РАБОТЕ УЧИТЕЛЯ БИОЛОГИИ
ЦИФРОВЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ
БИОЛОГИИ ПРИ СМЕШАННОМ ОБУЧЕНИИ

БИОЛОГИЯ В ШКОЛЕ

В НОМЕРЕ:



1/2023



НАУКА

- 3 **Иванищев В.В.**
Рибосомы и биосинтез белка



МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ

- 10 **Смелова В.Г.**
Учебно-исследовательская и проектная деятельность по биологии в условиях обновления ФГОС ООО
- 18 **Хайбулина К.В.**
Реализация обновленных ФГОС ООО в работе учителя биологии

Опыт, педагогические находки

- 28 **Потапова Н.А.**
Внеурочное занятие «Проект «Тенем человека»»
- 36 **Сухова Т.С.**
Роль контроля биологических знаний при решении задач развития и воспитания учащихся

Биологическое образование за рубежом

- 46 **Суматохин С.В., Есмаханова Ж.Ш.**
Цифровые компетенции будущих учителей биологии при смешанном обучении



УЧИТЕЛЮ ЭКОЛОГИИ

- 50 **Таранец И.П., Попова Л.В., Пикуненко М.М.**
Что знают школьники об охране природы: анализ ответов учащихся на задания Всероссийской олимпиады школьников по экологии
- 56 **Сапанова Н.Д., Кабылбек К., Чилдибаев Д.Б.**
Озеленение школьной территории как фактор формирования экологического образования и воспитания
- 62 **ТЗ блокнот учителя**



ВНЕУРОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

63 Степанова Н.А., Павлова О.М.

Индивидуальные информационно-исследовательские учебные проекты по ботанике

73 Кулёв А.В.

Изучаем фауну России. Краснозобая казарка

Двухлетний импакт-фактор журнала в РИНЦ 0,467
Пятилетний импакт-фактор журнала в РИНЦ 0,244

Главный редактор С.В. Суматохин

Зам. главного редактора Л.Ю. Ганич

Редактор отдела

Е.Н. Огольцова

Ответственный секретарь

Е.Н. Огольцова

Редакционная коллегия:

Е.В. Алексеева, С.В. Алексеев, Н.Д. Андреева,

Е.Н. Арбузова, М.М. Асланян, Т.В. Барсукова,

Е.А. Галкина, Д.С. Ермаков, К.А. Жумагулова, В.М. Захаров,

Е.А. Игумнова, А.А. Каменский, М.П. Кирпичников,

А.В. Кулёв, А.Г. Кузнецова, Н.М. Кузнецова, В.В. Латышин,

Н.М. Мамедов, В.В. Пасечник, И.Н. Пономарёва, Л.В. Попова,

А.П. Пуговкин, Е.Д. Станиславлевич, С.В. Суматохин,

А.В. Теремов, Е.В. Титов, Т.В. Уткина

Редакция не всегда разделяет мнения и оценки,
содержащиеся в материалах.

Адрес редакции и издательства:

корреспонденцию направлять по адресу:

127254, г. Москва, а./я 62

тел.: 8 (495) 619-52-87, 619-83-80

E-mail: biologia@schoolpress.ru

Сайт: <http://www.школьнаяпресса.рф>

E-mail: marketing@schoolpress.ru

К сведению авторов: рукописи, присланные в редакцию, не возвращаются.

Редакция знакомится со всеми письмами читателей, но оставляет за собой право не вступать в переписку.

Издание охраняется Гражданским кодексом РФ (часть 4). Любое воспроизведение материалов, размещенных в журнале, как на бумажном носителе, так и в виде ксерокопирования, сканирования, записи в память ЭВМ, и размещение в Интернете запрещается.

Журнал рекомендован Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Министерства образования и науки Российской Федерации в перечне ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени доктора и кандидата наук.

Журнал зарегистрирован в базе данных Российского индекса научного цитирования.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране
культурного наследия, свид. о рег. ПИ № ФС77-38549
от 21 декабря 2009 г.

Формат 84×108/16

Усл. печ. л. 5.0. Изд. № 3721.

Заказ

Учредитель — ООО «Школьная Пресса»

Отпечатано в АО «ИПК «Чувашия»,
428019, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 13

© ООО «Школьная Пресса»,

© «Биология в школе», 2023, № 1



НАУКА

Биология в школе 2023. № 1. С. 3–9

Biology at school 2023. № 1 P. 3–9

РИБОСОМЫ И БИОСИНТЕЗ БЕЛКА

RIBOSOMES AND PROTEIN BIOSYNTHESIS

Научная статья

УДК 577.2: 372.857

В.В. Иванищев,

доктор биологических наук, профессор,
зав. кафедрой биологии и технологий
живых систем, ФГБОУ ВО «Тульский
государственный педагогический
университет им. Л.Н. Толстого»,
e-mail: avdey_VV@mail.ru

Scientific article

DOI 10.47639/0320-9660_2023_1_3

V.V. Ivanishchev,

Doctor of Biological Sciences, Professor
Head of the Department of Biology and
Technologies of Living Systems, Tula State
Lev Tolstoy Pedagogical University,
e-mail: avdey_VV@mail.ru

Аннотация. Биосинтез белка — один из наиболее хорошо изученных процессов. Однако накопленные экспериментальные результаты показали его значительную сложность. При этом суперфермент — рибосома, традиционно представляемая в виде двух типов 70S и 80S, характеризуется значительным разнообразием структурной организации у разных видов и в разных компартментах клетки, но выполняет одну и ту же функцию — синтез полипептида, регулируемый множеством белков и ферментов за счет энергии в виде АТФ (в начале и конце синтеза) и ГТФ — основного вида энергии для обеспечения процесса

Ключевые слова: рибосомы, синтез белка, полипептидная цепь

© Иванищев В.В., 2023

Abstract. Protein biosynthesis is one of the most well studied processes. However, the accumulated experimental results have shown its significant complexity. At the same time, the superenzyme — the ribosome, traditionally represented as two types 70S and 80S, is characterized by a significant variety of structural organization in different species and in different compartments of the cell, but performs the same function — polypeptide synthesis, regulated by many proteins and enzymes due to energy in the form of ATP (at the beginning and end of synthesis) and GTP - the main type of energy to ensure the process

Keywords: ribosomes, protein synthesis, polypeptide chain

Процесс биосинтеза белка при участии рибосом многогранен и сложен, причем он не предполагает автоматического формирования пространственной структуры, определяющей функционально активную конформацию (пространственную организацию, 3D-структуру) белковой молекулы. При этом в школьном курсе освещаются только основные

моменты, что создает впечатление простоты этого биологического процесса [1, 2]. Однако накопление новых сведений должно служить развитию в понимании процесса синтеза белка, который является только начальным звеном, лишь отчасти определяющим формирование функционально активной структуры белка (или фермента). Следует также отметить особенности

синтеза белка на свободных цитоплазматических (ядерных — по происхождению) рибосомах белков, выполняющих свои функции в цитоплазме. В этом процессе, как правило, задействованы не все рибосомы, поскольку часть их всегда находится в цитоплазме в виде отдельных субъединиц. Белки, используемые за пределами клетки и выходящие в межклеточное пространство (например, коллаген у животных), синтезируются на рибосомах (тоже ядерных — по происхождению), но связанных с цитоплазматической мембраной (шероховатая часть эндоплазматической сети). Другие — «цитоплазматические» рибосомы работают в хлоропластах и митохондриях.

Всё это вызывает необходимость рассмотрения особенностей процесса синтеза белка, как единого целого, протекающего в хорошо известной структуре — рибосоме, как в цитоплазме, так и органеллах клетки.

Участники трансляции

Биосинтез белка возможен в случае одновременного присутствия в среде производных аминокислот в форме аминоацил-тРНК, матрицы в виде иРНК (мРНК) и рибосом, как молекулярных машин, обеспечивающих процесс последовательного присоединения друг к другу аминокислотных остатков с образованием полипептидной цепи, а также разные регуляторные белки и ферменты, облегчающие протекание реакции образования пептидных связей между аминокислотами, отщепление синтезированной полипептидной цепи от тРНК, их освобождение из рибосомы и переход в окружающую среду [3, 4]. Все это обеспечивается энергией АТФ и ГТФ.

Формирование, состав и общее строение рибосом

Гены рРНК, во множестве расположенные в ряде хромосом ядра эукариот, в процессе трансляции обеспечивают образование предшественников рРНК. В ходе их созре-

вания (в том числе укорочения по длине), которое происходит при участии представителей специального класса рибонуклеиновых кислот U-РНК, у эукариот образуется 4 вида рРНК, со следующими величинами коэффициента Сведберга (S), характеризующего их молекулярную массу (больше коэффициент — больше молекулярная масса): 5S, 5,8S, 18S и 28S (25S). При этом происходит химическая модификация отдельных нуклеотидов путем их метилирования с частотой около 1 %. В клетках прокариот величина этих видов рРНК немного меньше: 5S, 16S и 23S. Всего их три [3, 4].

Благодаря сближению комплементарных азотистых оснований за счет образования водородных связей формируется компактная вторичная структура каждого вида рРНК. Далее 18S-рРНК (16S у прокариот) образует комплекс примерно с 30-ю разными белками, в результате чего формируется малая частица рибосомы 40S (30S у прокариот). 5,8S, 28S, 5S рРНК (5S и 23S у прокариот) образуют комплекс примерно с 50–60 разными белками, в результате чего формируется большая частица рибосомы 60S (50S у прокариот). У эукариот формирование частиц происходит в ядре, откуда они через соответствующие поры выходят в цитоплазму. Это — ядерные (эукариотические) рибосомы 80S типа (примерное соотношение по массе РНК: белок = 1 : 1). В митохондриях и хлоропластах образуются «цитоплазматические» (прокариотические) рибосомы 70S типа (примерное соотношение по массе РНК: белок = 2 : 1). Но они остаются внутри соответствующей органеллы и имеют, как описано выше, несколько иной состав рРНК [5].

Таким образом, рибосомы представлены двумя типами и состоят из малых и больших частиц с разными показателями коэффициента Сведберга: ядерные (эукариотические) обозначают, как 80S=60S+40S, в то время,

как цитоплазматические (в митохондриях и хлоропластах), а также бактериальные (прокариотические) обозначают, как 70S=50S+30S.

Разнообразие рибосом и особенности строения их рабочих участков

Заявление о существовании двух типов рибосом (80S и 70S) вовсе не означает, что рибосомы в разных организмах имеют молекулярную массу, соответствующую этим величинам коэффициента Сведберга. Показано, например, что «цитоплазматические» рибосомы, функционирующие в митохондриях разных организмов, несмотря на то, что их относят к 70S типу, фактически имеют иные характеристики, определяющие их молекулярную массу, размеры и, следовательно, величину коэффициента Сведберга.

Общим свойством всех рибосом митохондрий является то, что их работу блокируют такие антибиотики, как хлорамфеникол, линкомицин, тетрациклины.

Ядерные по происхождению, но работающие в цитоплазме рибосомы 80S типа, имеют меньший разброс этой характеристики в пределах 79–85S (в том числе 74S рибосомы человека). Особенность рибосом этого типа состоит в том, что их работу блокируют ан-

тибиотики типа циклогексимид и эритромицин. В результате, применяя определенные антибиотики, можно бороться с рядом заболеваний, не нанося какого-либо ущерба основной белок-синтезирующей системе эукариотического организма, использующего для синтеза абсолютного большинства своих белков 80S тип рибосом.

Хлоропластные рибосомы характеризуются тем, что в состав их больших частиц входят рРНК с коэффициентами седиментации 23S, 5S и 4,5S рРНК [7], в то время, как в составе 30S частицы содержится только одна 16S рРНК. Кроме того, в отличие от рибосом *Escherichia coli*, рибосомы хлоропластов содержат иные специфические белки.

Несмотря на различия в строении, все рибосомы выполняют одну функцию, и поэтому в их структуре различают 4 основных контактных центра связывания и протекания реакции [3]:

1. Центр связывания иРНК, образованный участком 18S (или 16S) рРНК (малой частицы).

2. Пептидилный центр (P), где связывается первая метионил-тРНК, и куда перемещается образующаяся в ходе реакции пептидил-тРНК (следующая аминокислот-тРНК, на которую переносится растущая полипептидная цепь).

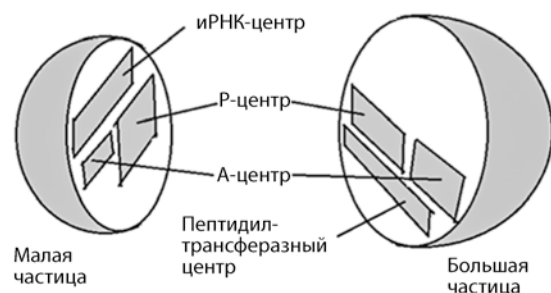
Особенности строения митохондриальных рибосом (миторибосом) некоторых видов организмов [6]

Организм	Коэффициент седиментации	Число типов РНК в БЧ	Число белков в БЧ	Число типов РНК в МЧ	Число белков в МЧ
<i>Escherichia coli</i> (кишечная палочка)	70S	1	33	1	21
<i>Trypanosoma brucei</i> (трипаносома)	50S	1	70	1	57
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (дрожжи)	74S	1	46	1	34
<i>Arabidopsis thaliana</i> (растение)	78S	2	49	1	44
<i>Homo sapiens</i> (человек)	55S	1	50	1	30

*Примечание: БЧ — большие частицы рибосом, МЧ — малые частицы

3. А-центр — место связывания очередной аминоацил-тРНК.

4. Пептидилтрансферазный центр, обеспечивающий перенос пептидного остатка на аминокгруппу очередной аминоацил-тРНК.



Активные центры на рибосоме (по [3], с изменениями)

Этапы биосинтеза белка

В трансляции участвуют иРНК (мРНК), которые имеют ряд обязательных структурных компонентов, начиная с 5'-конца: кэп (7-метилгуанозинтрифосфат, в качестве защиты от расщепления внутриклеточными 5'-экзонуклеазами); 5'-не транслируемый участок (для связывания частиц рибосомы в общий комплекс); информативную часть, начинающуюся с триплета (АУГ), кодирующего аминокислоту метионин и завершающуюся одним из стоп-кодонов; 3'-не транслируемую часть, куда продвигается тело рибосомы, чтобы завершить синтез полипептидной цепи; полиадениловый (поли-А) хвост, состоящий из 50–250 нуклеотидов. Длина «хвоста» не только защищает иРНК от расщепления внутриклеточными 3'-экзонуклеазами, но и определяет число копий полипептидной цепи, которое может быть с нее синтезировано.

При этом показана стимулирующая роль отдельных участков такой структуры иРНК на скорость ее синтеза. Так, кэп или поли(А)-хвост по отдельности стимулировали тране-

ляцию более чем в 20 раз по сравнению с иРНК, лишенной обоих признаков. Одновременное присутствие как кэп, так и поли(А)-хвоста усиливало трансляцию еще в 2–8 раз [5]. Такие факты объясняют, почему отсутствие подобной структуры препятствует синтезу фаговых, вирусных и бактериальных белков сразу с момента проникновения их РНК в цитоплазму эукариотической клетки. Поэтому в таких случаях необходимо сначала переписывание этой информации в структуру ДНК (при участии обратной транскриптазы) с последующей модификацией РНК, вновь синтезированной с этой ДНК.

В целом трансляция включает следующие известные шаги: *инициацию*, *элонгацию* и *терминацию* полипептидной цепи.

Инициация начинается со связывания малой 40S частицы рибосомы с 5'-нетранслируемым участком иРНК. Инициаторный кодон АУГ оказывается на уровне пептидного (Р)-участка. Далее в этом центре связывается первая метионил-тРНК, взаимодействующая с таким же участком на большой частице рибосомы. В результате образуется целая рибосома, что обеспечивается энергией АТФ. В А-участке связывается аминокгил-тРНК, несущая следующую аминокислоту.

У эукариот в инициации также участвуют белковые факторы eIF-1, eIF-2, eIF-3 (*eukaryotic initiation factor*), обеспечивающие правильную сборку всего комплекса. Для бактериальных клеток характерны три белковых фактора трансляции, IF1, IF2 и IF3, для дрожжей – 11 [5]. В качестве источника энергии используется ГТФ.

Рибосома работает, как суперфермент, поскольку в ней протекают различные биохимические реакции этапа элонгации [3]. Она начинается с образования пептидной связи между аминокислотным остатком метионина (в Р-центре) и следующей аминокислоты, присутствующей в виде аминокгил-тРНК в

А-центре. В результате происходит перенос остатка метионина на аминокгруппу следующей аминокислоты, передвижение всей системы (тРНК с растущей цепью относительно матрицы – иРНК) в направлении 5'3' за счет энергии ГТФ в Р-участок рибосомы, присоединение следующего аминокгил-тРНК в А-участке рибосомы путем взаимодействия его антикодона с соответствующим кодоном на иРНК (мРНК).

В ходе элонгации полипептидной цепи связывание очередной аминокгил-тРНК в А-центре обеспечивают специальные белки EF1 и EF2 (*elongation factor*) за счет энергии ГТФ. При этом в перемещении иРНК и образованной пептидил-тРНК на один кодон относительно рибосомы (в сторону 3'-конца иРНК) принимает участие белок EF2 — транслоказа, после чего в освободившемся А-участке связывается очередная аминокгил-тРНК. Многократный повтор описанного цикла приводит к синтезу полипептидной цепи.

Таким образом, инициация сразу переходит в элонгацию полипептидной цепи и протекает до тех пор, пока в А-центре не появится один из стоп-кодонов, который вызывает ряд изменений в структуре рибосомы, вслед за чем наступает терминация, в результате которой (при участии специальных белков и ферментов) происходит отщепление синтезированного полипептида, а освободившиеся иРНК и тРНК, принеся за собой заключительную аминокислоту, оказываются свободными за счет энергии АТФ, в то время, как тело рибосомы распадается на две частицы [5].

Терминация у эукариот также обеспечивается участием двух белковых факторов терминации eRF (*eukaryotic releasing factor*), которые стимулируют гидролазную реакцию отщепления синтезированного поли-

пептида от тРНК, принесшей заключительную аминокислоту.

Необходимо отметить, что в цитоплазме всегда имеет место динамическое равновесие между рибосомами, занятыми в процессе трансляции, и их отдельными свободными частицами. Это обеспечивает некий пул (запас) частиц для быстрого включения синтеза адаптивных белков, которые могут стать жизненно необходимыми в ближайшие минуты после начала действия какого-либо фактора (или стресса). При этом трансляция быстро перепрограммируется, причем трансляционные изменения включают как глобальную репрессию трансляции многих иРНК, так и активацию трансляции специфических генов реакции организма на стресс [5].

Выше отмечено, что длина полиаденилового хвоста иРНК определяет число копий молекул полипептида, которые можно с нее синтезировать. Показано, что с одной иРНК может одновременно синтезироваться сразу несколько полипептидных цепей. То есть на одной иРНК может находиться одновременно несколько рибосом, среднее расстояние между которыми может составлять около 80 нуклеотидов. Такие образования называют полирибосомами (полисомами). При этом скорость перемещения рибосом по иРНК составляет 2–15 нуклеотидов в секунду, у бактерий — 30–50 нуклеотидов в секунду. То есть скорость включения аминокислот в полипептидную цепь соответствует 1–5 (10–20) аминокислотным остаткам в секунду. В результате синтез одной белковой молекулы средней величины завершается в течение 2–3 минут [3].

Особенности трансляции у прокариот, в митохондриях и хлоропластах включают использование рибосом 70S типа, наличие иных белковых факторов инициации, элонгации и терминации, сопряжение транскрипции и трансляции, когда трансляция

может начаться на еще не полностью синтезированной иРНК, значительно меньшим числом синтезируемых белков при участии 22 видов тРНК (в митохондриях) или 30 (в хлоропластах) против примерно 60 в цитоплазме с незначительными вариациями в прочтении генетического кода [5].

Особенности прочтения информации с иРНК

Описанные этапы синтеза белка предполагают последовательное и поочередное прочтение информации иРНК в виде триплетов. Однако было обнаружено динамическое перепрограммирование этого процесса. Показано, что в ходе трансляции может происходить сдвиг рамки считывания (триплета) на -1, +1 или +2 нуклеотида (от 5'-к 3'-концу), в результате чего с одной исходной зрелой иРНК (мРНК) могут синтезироваться разные по аминокислотной последовательности белки, обладающие сходными или разными свойствами. Исследователи полагают, что подобное явление может происходить из-за образования в линейной структуре иРНК шпилек, формируемых комплементарными основаниями, расположенными недалеко друг от друга, за счет образования водородных связей.

Кроме того, возможны более значительные «прыжки» рибосомы на несколько десятков нуклеотидов вдоль молекулы иРНК, например, с глицинового кодона перед стоп-кодом внутри этой последовательности на глициновый кодон, который отстоит от первого на 50 нуклеотидов. В результате такого прыжка какой-то участок иРНК оказывается пропущенным для трансляции. Такой механизм репрограммирования, наряду с механизмом альтернативного сплайсинга (созревания предшественников иРНК), позволяет значительно расширить и разнообразить спектр аминокислотной последовательности и функциональных свойств полипептидов (белков

и ферментов), синтезируемых при ограниченном количестве генов организма.

Полагают, что информация (сигнал) для этого действия рибосомы содержится в виде определенной нуклеотидной последовательности, иногда перед шпилечной структурой (или петель) иРНК.

Кроме того известно, что в состав некоторых белков могут входить очень редкие и необычные аминокислоты, например, селеноцистеин. Результаты исследований показывают, что в этом случае для включения селеноцистеина используется терминирующий кодон УГА в случае, когда после него (на расстоянии до 200 нуклеотидов) имеется определенная нуклеотидная последовательность в 3'-не транслируемой области.

Подобные вариации в процессе трансляции некоторые авторы обозначают термином «второй генетический код».

Таким образом, в результате трансляции синтезируется полипептидная цепь, которая для формирования функционально активной структуры (конформации) – фолдинга может претерпеть значительные изменения, которые происходят как при участии различных ферментов (фолдаз), так и специальных белков – шаперонов [3, 4].

Заключение

Изложенный материал показывает, что представления о строении и функциях рибосом существенно продвинулись в свете понимания их структурной организации и функций. Синтез белка оказывается весьма требовательным к структуре РНК-матрицы, с которой идет считывание информации и его перевод в аминокислотную последовательность белка и несмотря на существенные морфологические и структурные различия рибосом разного происхождения и локализации в клетке, все они обеспечивают один и тот же процесс трансляции. Считывание информации с иРНК в ходе транс-

ляции оказывается также подверженным регулированию, что дает возможность живым системам разнообразить состав, строение и функции белков, не прибегая к увеличению числа генов, кодирующих каждый подобный белок.

Литература

1. Биология. 10 класс. Учебное пособие для общеобразовательных организаций: базовый уровень // [В.В. Пасечник, А.А. Каменский, А.М. Рубцов и др.]; под ред. В.В. Пасечника. М., 2018. 224 с.
2. Вахрушев А.А. Биология. 10–11 кл.: учеб. для организаций, осуществляющих образовательную деятельность. Базовый уровень / А.А. Вахрушев, О.В. Бурский, А.С. Раутиан, Е.И. Родионова, М.Н. Розанов. М., 2015. 400 с.
3. Иванищев В.В. Молекулярная биология: учебник. 2-е изд. М., 2020. – 233 с. – DOI: <https://doi.org/10.29039/01857-6>.
4. Коничев А.С., Севастьянова Г.А. Молекулярная биология: учебник для вузов. М., 2012. 422 с.



ЭТО ИНТЕРЕСНО

Собака способна учуять пахнущее вещество в концентрации, соответствующей одной капле на объём 20 плавательных бассейнов олимпийского размера. И эта собачья способность с давних пор используется для поиска пропавших людей, преступников, наркотиков, взрывчатки и даже дорогостоящих грибов — трюфелей. В последнее время выясняется, что специально тренированный нюх способен ещё на многое: определять больных некоторыми недугами, включая рак, малярию, болезнь Паркинсона. А немецкие исследователи натренировали собак с точностью 97% распознавать по пробам слюны COVID-19 ещё до того, как появятся симптомы. Американские фитопатологи научили собак находить цитрусовые деревья, поражённые опасной бактериальной инфекцией. Причём эти ищейки находят больные деревья уже через 30 дней после заражения, тогда как биохимический анализ позволяет выявить болезнь лишь через три месяца. Точность выявления, если используются совместно два пёсика, составляет 100%.



УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ И ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО БИОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ ОБНОВЛЕНИЯ ФГОС ООО

EDUCATIONAL RESEARCH AND PROJECT ACTIVITY IN BIOLOGY UNDER THE CONDITIONS OF UPDATING FEDERAL STATE EDUCATIONAL STANDARDS FOR BASIC GENERAL EDUCATION

Научно-методическая статья
УДК 372.857

В.Г. Смелова,
кандидат педагогических наук,
доцент МГПУ,
e-mail: SmelovaVG@mgpu.ru

Scientific and methodological article
DOI 10.47639/0320-9660_2023_1_10

V.G. Smelova,
candidate of pedagogical sciences,
Associate Professor, Department of
Pedagogical Technologies of Lifelong
Education, Institute of Lifelong Education,
Moscow State University, Moscow,
e-mail: SmelovaVG@mgpu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные изменения в ФГОС ООО в части организации учебно-исследовательской и проектной деятельности; представлена рабочая программа учебного модуля исследовательской и проектной направленности «Строение скелета. Состав и соединения костей»

Ключевые слова: учебно-исследовательская деятельность, проектная деятельность, модульный курс

© Смелова В.Г., 2023

31 мая 2021 г. Приказом Министерства просвещения Российской Федерации утвержден Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. Рассмотрим основные изменения, которые были внесены в ФГОС ООО в отношении проектной де-

Abstract. The article discusses the main changes in the Federal State Educational Standards in terms of organizing educational research and project activities; the working program of the educational module of research and project orientation "Structure of the skeleton. Composition and connections of bones" is presented

Keywords: educational and research activities, project activities, modular course

тельности в основном общем образовании.

- Проектная деятельность объявлена оцениваемой формой учебной деятельности (п. 31.3).

- Проектная деятельность входит в программу формирования универсальных учебных действий (п. 32.2).

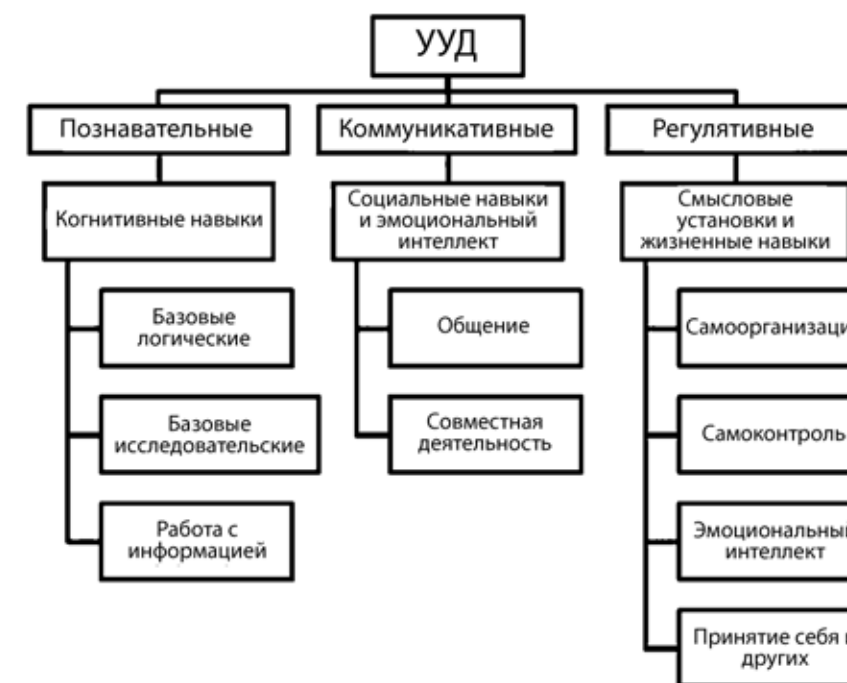
- Проектная деятельность требует создания специальных условий (п. 35.2).
 - Различаются учебные и социальные проекты (п. 41.3).
 - Проектная деятельность относится к предметным результатам по литературе, иностранным языкам, обществознанию, физике, биологии, изобразительному искусству и технологии.
 - Учебные проекты могут быть индивидуальными и групповыми.
- Программа формирования универсальных учебных действий у учащихся должна обеспечивать:
- формирование опыта применения универсальных учебных действий в жизненных ситуациях для решения задач общекультурного, личностного и познавательного развития обучающихся, готовности к решению практических задач;
 - повышение эффективности усвоения знаний и учебных действий, формирования компетенций в предметных областях, учеб-

но-исследовательской и проектной деятельности;

- формирование навыка участия в различных формах организации учебно-исследовательской и проектной деятельности, в том числе творческих конкурсах, олимпиадах, научных обществах, научно-практических конференциях;

- овладение приемами учебного сотрудничества и социального взаимодействия со сверстниками, обучающимися младшего и старшего возраста и взрослыми в совместной учебно-исследовательской и проектной деятельности.

Из этого можно сделать выводы: учебно-исследовательская и проектная деятельность рассматриваются в неразрывном единстве; учебные исследования и проекты должны быть связаны с реальными практическими ситуациями; стимулом для этих видов учебной деятельности является участие в конкурсах, олимпиадах; исследовательские и проектные команды могут быть раз-



Структура УУД (ФГОС ООО, ред. 2021)

ПОДПИСКА 2023. I ПОЛУГОДИЕ

Подписывайтесь на журнал «БИОЛОГИЯ В ШКОЛЕ»!

Издается с 1927 года. Входит в перечень ВАК

Статьям журнала присваивается DOI



ОФОРМЛЯЙТЕ ПОДПИСКУ НЕ ВЫХОДЯ ИЗ ДОМА

на сайте
podpiska.pochta.ru

в мобильном приложении
Почты России

через почтальона

Данные:
№ адрес регистрации
Имя:
Фамилия:
E-mail:
Мобильный:
Минуты: 2020 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800 2900 3000 3100 3200 3300 3400 3500 3600 3700 3800 3900 4000 4100 4200 4300 4400 4500 4600 4700 4800 4900 5000 5100 5200 5300 5400 5500 5600 5700 5800 5900 6000 6100 6200 6300 6400 6500 6600 6700 6800 6900 7000 7100 7200 7300 7400 7500 7600 7700 7800 7900 8000 8100 8200 8300 8400 8500 8600 8700 8800 8900 9000 9100 9200 9300 9400 9500 9600 9700 9800 9900 10000 10100 10200 10300 10400 10500 10600 10700 10800 10900 11000 11100 11200 11300 11400 11500 11600 11700 11800 11900 12000 12100 12200 12300 12400 12500 12600 12700 12800 12900 13000 13100 13200 13300 13400 13500 13600 13700 13800 13900 14000 14100 14200 14300 14400 14500 14600 14700 14800 14900 15000 15100 15200 15300 15400 15500 15600 15700 15800 15900 16000 16100 16200 16300 16400 16500 16600 16700 16800 16900 17000 17100 17200 17300 17400 17500 17600 17700 17800 17900 18000 18100 18200 18300 18400 18500 18600 18700 18800 18900 19000 19100 19200 19300 19400 19500 19600 19700 19800 19900 20000 20100 20200 20300 20400 20500 20600 20700 20800 20900 21000 21100 21200 21300 21400 21500 21600 21700 21800 21900 22000 22100 22200 22300 22400 22500 22600 22700 22800 22900 23000 23100 23200 23300 23400 23500 23600 23700 23800 23900 24000 24100 24200 24300 24400 24500 24600 24700 24800 24900 25000 25100 25200 25300 25400 25500 25600 25700 25800 25900 26000 26100 26200 26300 26400 26500 26600 26700 26800 26900 27000 27100 27200 27300 27400 27500 27600 27700 27800 27900 28000 28100 28200 28300 28400 28500 28600 28700 28800 28900 29000 29100 29200 29300 29400 29500 29600 29700 29800 29900 30000 30100 30200 30300 30400 30500 30600 30700 30800 30900 31000 31100 31200 31300 31400 31500 31600 31700 31800 31900 32000 32100 32200 32300 32400 32500 32600 32700 32800 32900 33000 33100 33200 33300 33400 33500 33600 33700 33800 33900 34000 34100 34200 34300 34400 34500 34600 34700 34800 34900 35000 35100 35200 35300 35400 35500 35600 35700 35800 35900 36000 36100 36200 36300 36400 36500 36600 36700 36800 36900 37000 37100 37200 37300 37400 37500 37600 37700 37800 37900 38000 38100 38200 38300 38400 38500 38600 38700 38800 38900 39000 39100 39200 39300 39400 39500 39600 39700 39800 39900 40000 40100 40200 40300 40400 40500 40600 40700 40800 40900 41000 41100 41200 41300 41400 41500 41600 41700 41800 41900 42000 42100 42200 42300 42400 42500 42600 42700 42800 42900 43000 43100 43200 43300 43400 43500 43600 43700 43800 43900 44000 44100 44200 44300 44400 44500 44600 44700 44800 44900 45000 45100 45200 45300 45400 45500 45600 45700 45800 45900 46000 46100 46200 46300 46400 46500 46600 46700 46800 46900 47000 47100 47200 47300 47400 47500 47600 47700 47800 47900 48000 48100 48200 48300 48400 48500 48600 48700 48800 48900 49000 49100 49200 49300 49400 49500 49600 49700 49800 49900 50000 50100 50200 50300 50400 50500 50600 50700 50800 50900 51000 51100 51200 51300 51400 51500 51600 51700 51800 51900 52000 52100 52200 52300 52400 52500 52600 52700 52800 52900 53000 53100 53200 53300 53400 53500 53600 53700 53800 53900 54000 54100 54200 54300 54400 54500 54600 54700 54800 54900 55000 55100 55200 55300 55400 55500 55600 55700 55800 55900 56000 56100 56200 56300 56400 56500 56600 56700 56800 56900 57000 57100 57200 57300 57400 57500 57600 57700 57800 57900 58000 58100 58200 58300 58400 58500 58600 58700 58800 58900 59000 59100 59200 59300 59400 59500 59600 59700 59800 59900 60000 60100 60200 60300 60400 60500 60600 60700 60800 60900 61000 61100 61200 61300 61400 61500 61600 61700 61800 61900 62000 62100 62200 62300 62400 62500 62600 62700 62800 62900 63000 63100 63200 63300 63400 63500 63600 63700 63800 63900 64000 64100 64200 64300 64400 64500 64600 64700 64800 64900 65000 65100 65200 65300 65400 65500 65600 65700 65800 65900 66000 66100 66200 66300 66400 66500 66600 66700 66800 66900 67000 67100 67200 67300 67400 67500 67600 67700 67800 67900 68000 68100 68200 68300 68400 68500 68600 68700 68800 68900 69000 69100 69200 69300 69400 69500 69600 69700 69800 69900 70000 70100 70200 70300 70400 70500 70600 70700 70800 70900 71000 71100 71200 71300 71400 71500 71600 71700 71800 71900 72000 72100 72200 72300 72400 72500 72600 72700 72800 72900 73000 73100 73200 73300 73400 73500 73600 73700 73800 73900 74000 74100 74200 74300 74400 74500 74600 74700 74800 74900 75000 75100 75200 75300 75400 75500 75600 75700 75800 75900 76000 76100 76200 76300 76400 76500 76600 76700 76800 76900 77000 77100 77200 77300 77400 77500 77600 77700 77800 77900 78000 78100 78200 78300 78400 78500 78600 78700 78800 78900 79000 79100 79200 79300 79400 79500 79600 79700 79800 79900 80000 80100 80200 80300 80400 80500 80600 80700 80800 80900 81000 81100 81200 81300 81400 81500 81600 81700 81800 81900 82000 82100 82200 82300 82400 82500 82600 82700 82800 82900 83000 83100 83200 83300 83400 83500 83600 83700 83800 83900 84000 84100 84200 84300 84400 84500 84600 84700 84800 84900 85000 85100 85200 85300 85400 85500 85600 85700 85800 85900 86000 86100 86200 86300 86400 86500 86600 86700 86800 86900 87000 87100 87200 87300 87400 87500 87600 87700 87800 87900 88000 88100 88200 88300 88400 88500 88600 88700 88800 88900 89000 89100 89200 89300 89400 89500 89600 89700 89800 89900 90000 90100 90200 90300 90400 90500 90600 90700 90800 90900 91000 91100 91200 91300 91400 91500 91600 91700 91800 91900 92000 92100 92200 92300 92400 92500 92600 92700 92800 92900 93000 93100 93200 93300 93400 93500 93600 93700 93800 93900 94000 94100 94200 94300 94400 94500 94600 94700 94800 94900 95000 95100 95200 95300 95400 95500 95600 95700 95800 95900 96000 96100 96200 96300 96400 96500 96600 96700 96800 96900 97000 97100 97200 97300 97400 97500 97600 97700 97800 97900 98000 98100 98200 98300 98400 98500 98600 98700 98800 98900 99000 99100 99200 99300 99400 99500 99600 99700 99800 99900 100000 100100 100200 100300 100400 100500 100600 100700 100800 100900 101000 101100 101200 101300 101400 101500 101600 101700 101800 101900 102000 102100 102200 102300 102400 102500 102600 102700 102800 102900 103000 103100 103200 103300 103400 103500 103600 103700 103800 103900 104000 104100 104200 104300 104400 104500 104600 104700 104800 104900 105000 105100 105200 105300 105400 105500 105600 105700 105800 105900 106000 106100 106200 106300 106400 106500 106600 106700 106800 106900 107000 107100 107200 107300 107400 107500 107600 107700 107800 107900 108000 108100 108200 108300 108400 108500 108600 108700 108800 108900 109000 109100 109200 109300 109400 109500 109600 109700 109800 109900 110000 110100 110200 110300 110400 110500 110600 110700 110800 110900 111000 111100 111200 111300 111400 111500 111600 111700 111800 111900 112000 112100 112200 112300 112400 112500 112600 112700 112800 112900 113000 113100 113200 113300 113400 113500 113600 113700 113800 113900 114000 114100 114200 114300 114400 114500 114600 114700 114800 114900 115000 115100 115200 115300 115400 115500 115600 115700 115800 115900 116000 116100 116200 116300 116400 116500 116600 116700 116800 116900 117000 117100 117200 117300 117400 117500 117600 117700 117800 117900 118000 118100 118200 118300 118400 118500 118600 118700 118800 118900 119000 119100 119200 119300 119400 119500 119600 119700 119800 119900 120000 120100 120200 120300 120400 120500 120600 120700 120800 120900 121000 121100 121200 121300 121400 121500 121600 121700 121800 121900 122000 122100 122200 122300 122400 122500 122600 122700 122800 122900 123000 123100 123200 123300 123400 123500 123600 123700 123800 123900 124000 124100 124200 124300 124400 124500 124600 124700 124800 124900 125000 125100 125200 125300 125400 125500 125600 125700 125800 125900 126000 126100 126200 126300 126400 126500 126600 126700 126800 126900 127000 127100 127200 127300 127400 127500 127600 127700 127800 127900 128000 128100 128200 128300 128400 128500 128600 128700 128800 128900 129000 129100 129200 129300 129400 129500 129600 129700 129800 129900 130000 130100 130200 130300 130400 130500 130600 130700 130800 130900 131000 131100 131200 131300 131400 131500 131600 131700 131800 131900 132000 132100 132200 132300 132400 132500 132600 132700 132800 132900 133000 133100 133200 133300 133400 133500 133600 133700 133800 133900 134000 134100 134200 134300 134400 134500 134600 134700 134800 134900 135000 135100 135200 135300 135400 135500 135600 135700 135800 135900 136000 136100 136200 136300 136400 136500 136600 136700 136800 136900 137000 137100 137200 137300 137400 137500 137600 137700 137800 137900 138000 138100 138200 138300 138400 138500 138600 138700 138800 138900 139000 139100 139200 139300 139400 139500 139600 139700 139800 139900 140000 140100 140200 140300 140400 140500 140600 140700 140800 140900 141000 141100 141200 141300 141400 141500 141600 141700 141800 141900 142000 142100 142200 142300 142400 142500 142600 142700 142800 142900 143000 143100 143200 143300 143400 143500 143600 143700 143800 143900 144000 144100 144200 144300 144400 144500 144600 144700 144800 144900 145000 145100 145200 145300 145400 145500 145600 145700 145800 145900 146000 146100 146200 146300 146400 146500 146600 146700 146800 146900 147000 147100 147200 147300 147400 147500 147600 147700 147800 147900 148000 148100 148200 148300 148400 148500 148600 148700 148800 148900 149000 149100 149200 149300 149400 149500 149600 149700 149800 149900 150000 150100 150200 150300 150400 150500 150600 150700 150800 150900 151000 151100 151200 151300 151400 151500 151600 151700 151800 151900 152000 152100 152200 152300 152400 152500 152600 152700 152800 152900 153000 153100 153200 153300 153400 153500 153600 153700 153800 153900 154000 154100 154200 154300 154400 154500 154600 154700 154800 154900 155000 155100 155200 155300 155400 155500 155600 155700 155800 155900 156000 156100 156200 156300 156400 156500 156600 156700 156800 156900 157000 157100 157200 157300 157400 157500 157600 157700 157800 157900 158000 158100 158200 158300 158400 158500 158600 158700 158800 158900 159000 159100 159200 159300 159400 159500 159600 159700 159800 159900 160000 160100 160200 160300 160400 160500 160600 160700 160800 160900 161000 161100 161200 161300 161400 161500 161600 161700 161800 161900 162000 162100 162200 162300 162400 162500 162600 162700 162800 162900 163000 163100 163200 163300 163400 163500 163600 163700 163800 163900 164000 164100 164200 164300 164400 164500 164600 164700 164800 164900 165000 165100 165200 165300 165400 165500 165600 165700 165800 165900 166000 166100 166200 166300 166400 166500 166600 166700 166800 166900 167000 167100 167200 167300 167400 167500 167600 167700 167800 167900 168000 168100 168200 168300 168400 168500 168600 168700 168800 168900 169000 169100 169200 169300 169400 169500 169600 169700 169800 169900 170000 170100 170200 170300 170400 170500 170600 170700 170800 170900 171000 171100 171200 171300 171400 171500 171600 171700 171800 171900 172000 172100 172200 172300 172400 172500 172600 172700 172800 172900 173000 173100 173200 173300 173400 173500 173600 173700 173800 173900 174000 174100 174200 174300 174400 174500 174600 174700 174800 174900 175000 175100 175200 175300 175400 175500 175600 175700 175800 175900 176000 176100 176200 176300 176400 176500 176600 176700 176800 176900 177000 177100 177200 177300 177400 177500 177600 177700 177800 177900 178000 178100 178200 178300 178400 178500 178600 178700 178800 178900 179000 179100 179200 179300 179400 179500 179600 179700 179800 179900 180000 180100 180200 180300 180400 180500 180600 180700 180800 180900 181000 181100 181200 181300 181400 181500 181600 181700 181800 181900 182000 182100 182200 182300 182400 182500 182600 182700 182800 182900 183000 183100 183200 183300 183400 183500 183600 183700 183800 183900 184000 184100 184200 184300 184400 184500 184600 184700 184800 184900 185000 185100 185200 185300 185400 185500 185600 185700 185800 185900 186000 186100 186200 186300 186400