

# АНАЛИЗ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ПО БИОЛОГИИ: результаты Централизованного тестирования абитуриентов 2002 г.

*Автор выражает глубокую признательность Центру тестирования МО РФ и лично руководителю научно-методического отдела Т.Г. Михалёвой за предоставленные статистические материалы.*

Централизованное тестирование школьников, выпускников и абитуриентов проводится в России с 1995 г., причём с 2000 г. оно проходит под эгидой Министерства образования. Централизованное тестирование остаётся добровольным для учащихся, школ и вузов, но с каждым годом число участников увеличивается — уже в 2001 г. по всем предметам было протестировано более 1 млн человек. В апреле 2002 г. в абитуриентском тестировании по биологии обычной сложности приняло участие 25 116 человек из всех регионов России. Цель абитуриентского тестирования — **дифференциация уровней подготовки** выпускников и абитуриентов вузов по всем разделам курса биологии.

Участникам тестирования было предложено 15 вариантов итогового теста, включавшего вопросы и задания по всем разделам биологии. Тест подготовлен на основе анализа **обязательного минимума** содержа-

ния образования (утверждён приказом министра образования РФ № 56 от 30.06.99), программ базового и углублённого уровней изучения предмета в школе, существующих **программ для поступающих в вузы**, учебников и учебных пособий, рекомендованных Минобразования РФ и т.д. Согласно этим документам, в биологии основные элементы содержания — это разделы и темы, представляющие различные уровни организации и свойства живых систем (Таблица 1) [1]. Основные элементы содержания теста соответствуют главным темам школьных учебников, но содержание некоторых заданий («Систематика высших растений», «Сравнительная анатомия и филогения беспозвоночных», «Сравнительная анатомия и филогения позвоночных», «Общая характеристика типа Хордовые») выходит за рамки школьной программы и требует более глубоких и системных знаний, какие абитуриент должен получать, используя пособия для по-

ступающих в вузы. Это задания по ботанике и зоологии, поскольку эти предметы изучаются в младших классах школы и полученный тогда уровень знаний недостаточен для абитуриента.

**Все варианты теста были эквивалентны по контролируемым элементам содержания и включали задания на:**

- **фактуальные** знания (знание биологических терминов, определений и их смысла, закономерностей и законов живой природы);

- **умение классифицировать и систематизировать** (распознавать основные систематические группы живых организмов, типичных представителей животного и растительного мира по анатомо-морфологическому критерию);

- умение применять биологические знания, используя **алгоритмы** (для решения генетических задач; установления типов скрещивания; составления схем цепей питания);

- **умение устанавливать причинно-следственные связи** (на клеточном, организменном, видовом и надвидовом уровнях организации, рассуждать логически);

- **умение распознавать и определять, сравнивать и сопоставлять** (особенности строения, физиологии, экологии, онто- и филогенеза организма бактерий, грибов, растений, животных и человека, митоза и мейоза, направлений эволюции, экологических факторов, признаки усложнения основных групп растений и животных);

- **системные, интегративные** знания (умение устанавливать межпредметные связи, выделять общее и главное, демонстрировать понимание сущности явлений, оценивать последствия деятельности человека в природе).

В тесте использовались задания, контролируемые 3 уровня знаний:

1 — **воспроизведение**, цитирование;

2 — решение по образцу, реализация стандартного **алгоритма**;

3 — **творческий** уровень применения знаний (перенос знаний, сравнение, классификация).

Каждый вариант теста включал 55 заданий четырёх типов:

задания А1 — А42 — **закрытые** тестовые задания множественного выбора (в форме неза-

конченных предложений) с четырьмя вариантами ответа, один ответ правильный, остальные — неправильные;

задания А43, А44, А45 — на **восстановление соответствия** — также задания множественного выбора (имели четыре варианта ответа);

задания В1 — В5 — **открытые** тестовые задания дополнения — в форме незаконченных предложений или предложений с пропущенным словом;

задания В6 — В10 — **рисованные** тестовые задания в сопровождении вопросов, причём к одному рисунку (изображение растения с цветками и плодами) было задано четыре вопроса. Вероятность случайного угадывания правильного ответа в одном закрытом задании с четырьмя альтернативами составляла 0,25, всех 45 закрытых заданий —  $8 \cdot 10^{-28}$ .

Статистическая обработка результатов тестирования включала, среди прочих показателей, подсчёт средней **трудности задания** и его **дифференцирующей силы**. Под параметром **трудности** задания понимают процент учащихся, выполнивших верно данное задание. Наиболее эффективным считают задание с параметром трудности 50%. Оно наиболее точно разделяет учащихся на тех, кто правильно выполнил задание, а значит, владеет определённым знанием или умением, и тех, кто им не владеет. Сложными считаются задания с параметром трудности 20% и менее, лёгкими — 70% и более. **Дифференцирующая сила** задания — мера его конструктивной валидности. Она рассчитывается как разность двух значений: трудности задания для сильной группы тестируемых, составляющих 27% от общего числа, и трудности задания для слабой группы тестируемых (также 27%). Этот показатель обычно выражают в процентах. Чем выше дифференцирующая сила задания, тем лучше оно разделяет учащихся по уровню подготовки, а значит, тест, цель которого — разделить учащихся по уровню их знаний и умений, более валидный и надёжный. Для большинства тестовых заданий необходимая дифференцирующая способность превышает 30%, отличная — больше 40%.

Усреднённые по вариантам итоги выполнения теста приведены в Таблице 1. Статистические характеристики тестовых заданий и теста в

целом говорят о хорошем качестве тестового инструментария — трудность близка к оптимальной (50%), высокая дифференцирующая сила, то есть абитуриентский тест выполняет свою основную задачу — отделяет подготовленных учеников

от неподготовленных. Следовательно, полученным в результате централизованного тестирования по биологии оценкам можно доверять, и упреки в низком методическом уровне тестирования ничем не обоснованы.

Таблица 1

План абитуриентского теста по биологии и итоги его выполнения в 2002 г.

Номер задания в тесте	Тема задания в тесте	Уровень знаний	Трудность задания, %	Дифференцирующая сила, %
A 1	<i>Раздел 1. Клетка как биологическая система</i>			
A 2	Клеточная теория	1	66,9	38,3
A 3	Органические вещества клетки	1	56,8	49,2
A 4	Органоиды клетки эукариот	1	45,0	46,2
A 5	Нуклеиновые кислоты	1	50,1	43,5
A 6	Биосинтез белка	1	45,2	48,0
A 7	Энергетический обмен	1	49,1	55,8
A 8	Фотосинтез	1	43,4	37,3
A 9	Митоз	1	42,4	38,3
A 9	Мейоз	2	36,4	35,5
B 1	<i>Раздел 2. Организм как биологическая система</i>			
	<b>2.1. Размножение и развитие организмов</b> Онтогенез животных	2	41,8	63,7
	<b>2.2. Основы генетики и селекции</b>			
B 2	Основные понятия генетики	1	48,6	48,6
A 10	Законы генетики	2	38,3	43,0
A 11	Селекция животных, растений и микроорганизмов	1	40,6	56,3
	<b>2.3. Организмы растений</b>			
A 12	Водоросли	1	42,0	44,0
A 13	Половое размножение растений	3	38,7	24,3
A 14	Ткани цветкового растения	1	47,7	37,4
A 15	Систематика высших растений	3	38,5	41,9
B 6	Лист	2	51,5	48,4
B 7	Соцветия	2	33,9	52,4
B 8	Плоды	2	41,1	51,5
B 9	Семейства цветковых растений	2	47,0	52,8
	<b>2.4. Организмы бактерий и грибов</b>			
A 16	Бактерии	1	42,5	38,7
A 17	Грибы	1	53,8	44,4

Номер задания в тесте	Тема задания в тесте	Уровень знаний	Трудность задания, %	Дифференцирующая сила, %
<b>2.5. Организмы животных</b>				
A 18	Простейшие	1	42,6	37,3
A 19	Черви	1	42,3	36,2
A 20	Членистоногие	1	53,8	36,9
A 21	Сравнительная анатомия и филогения беспозвоночных	3	42,1	38,6
A 22	Систематика беспозвоночных	3	41,5	43,9
A 23	Общая характеристика типа Хордовые	3	45,6	30,9
A 24	Рыбы	1	51,4	40,4
A 25	Земноводные	1	46,2	39,1
A 26	Пресмыкающиеся	1	47,6	40,2
A 27	Птицы	1	43,6	33,9
A 28	Млекопитающие	1	53,9	41,1
A 29	Сравнительная анатомия и филогения позвоночных	3	41,8	39,5
<b>2.6. Организм человека</b>				
A 30	Ткани человека	1	51,9	42,4
A 31	Скелет человека	1	56,6	38,9
A 32	Кровеносная система	1	47,8	42,8
A 33	Кровь	1	48,0	46,5
A 34	Дыхательная система	1	49,1	42,1
A 35	Пищеварительная система	1	67,6	52,0
A 36	Выделительная система	1	39,2	35,8
A 37	Эндокринная система	1	48,4	30,8
A 38	Нервная система	1	47,5	40,8
A 39	Половая система	1	33,6	33,5
B 5	Внутренняя среда организма	2	42,3	50,8
B 10	Рефлекторная дуга	2	31,6	49,2
<b>Раздел 3. Надорганизменные системы: популяция и вид</b>				
B 3	Вид, популяция	2	39,8	53,2
A 40	Эволюционное учение	1	51,1	39,9
A 43	Главные направления эволюции	2	66,5	53,5
A 41	Антропогенез	1	51,2	39,9
<b>Раздел 4. Надорганизменные системы: экосистемы</b>				
A 42	Трофические взаимоотношения в биоценозе	2	63,5	35,6
A 44	Экологические факторы	2	64,4	57,7
A 45	Компоненты биоценоза	2	68,2	53,5
B 4	Экосистемы	2	31,7	43,1
среднее			47,1	43,3

Закрытые тестовые задания с выбором одного правильного ответа из четырёх предлагаемых оказались легче (48,5%), чем открытые задания дополнения, где ученику предлагалось самому написать правильный ответ (40,9%), причём и дифференцирующая сила закрытых заданий была несколько меньше (41,5%), чем у открытых (51,4%), хотя оба типа заданий «работают» хорошо. Этот факт свидетельствует, что учащиеся не умеют формулировать и выражать свои мысли. Поэтому открытые тестовые задания необходимо использовать в процедурах тестирования, хотя их автоматизированная проверка значительно сложнее, чем закрытых.

Тесты, в отличие от традиционных средств контроля, позволяют выявить не только **уровень подготовки**, но и **структуру знаний** учащихся, вернее, степень её отклонения от идеальной структуры, планируемой педагогом [2]. Так, данные тестирования показывают, какие разделы и темы биологии хорошо знакомы абитуриентам, а какие — вызывают у них затруднения (Табл. 2).

Учащиеся 11-го класса, а именно они составляли абсолютное большинство тестируемых, хуже всего знают ботанику. Это естественно, так как они изучали растения несколько лет назад, кроме того, абитуриентское тестирование требует знаний на более высоком уровне, чем в 6–7-м классе. Наибольшие затруднения вызвала тема «Соцветия» (трудность 33,9%) — это задание оказалось одним из самых сложных в тесте. Скорее всего, это объясняется тем, что учащийся должен был определить тип соцветия растения на предлагаемом рисунке, то есть для успешного выполнения задания требовались не только зна-

ния, но и умения. В то же время определение типа жилкования листа (или листорасположения), типа плода и даже семейства растения не вызвали таких затруднений.

Темы «Половое размножение растений» и «Систематика высших растений» также были сложны для абитуриентов, первая в силу своей объективной сложности и требования системных знаний (ботаника+общая биология), вторая — из-за нестандартного характера задания. Все задания этой параллели имели вид:

А 15. (21% учащихся верно ответили на данный вопрос)

Папоротник щитовник мужской и плаун булавовидный относятся к

1. одному семейству
2. разным семействам одного класса
3. разным классам одного отдела
4. разным отделам

В других темах очень трудными (меньше 25% правильных ответов) оказались задания, для выполнения которых требовались внутрипредметные системные знания и умение рассуждать:

А 12. (24,3%) Наиболее глубоко в Мировом океане обитают водоросли

1. красные 2. бурые 3. зелёные 4. диатомовые

А 14. (19,8%) Древесина у цветковых растений включает в себя

1. сосуды + волокна + камбий
2. сосуды + волокна + клетки паренхимы
3. сосуды + волокна + ситовидные трубки
4. ситовидные трубки + волокна + клетки паренхимы

Таблица 2

#### Итоги выполнения тестовых заданий по разделам биологии

Статистические характеристики тестовых заданий	Общая биология	Растения, бактерии, грибы	Животные	Человек и его здоровье
трудность	49,5	43,7	46,0	47,0
дифференцирующая сила	46,7	43,6	38,2	42,1

А 16. (24,2%) Бактерии получают энергию путём

1. брожения
2. брожения и дыхания
3. брожения, дыхания, хемосинтеза
4. брожения, дыхания, хемосинтеза и фотосинтеза

А 17. (9,7%) По типу питания грибы

- 1 сапротрофы
2. сапротрофы и паразиты
3. сапротрофы, паразиты и хищники
4. сапротрофы, паразиты, хищники и хемосинтезирующие

Если в последнем задании 64% тестируемых избрали второй ответ, то это не страшно и говорит только о недостаточной их эрудиции и невнимательном чтении пособий для поступающих в вузы (хищные грибы упомянуты практически во всех пособиях). Значительно хуже, что учащиеся не знают способы получения энергии бактериями — все варианты ответа выбирались практически с одинаковой частотой, то есть «методом тыка», наугад. Вообще о богатейших метаболических возможностях прокариот и роли последних в биосфере настолько невнятно и мелко говорится в учебной литературе, что эта тема не усвоена большинством учащихся.

**Зоологию** тестируемые знают несколько лучше ботаники, хотя темы «Сравнительная анатомия и филогения беспозвоночных и позвоночных» и «Систематика беспозвоночных» усвоены явно не полностью. В темах, освещающих морфологию и физиологию разных таксонов животного мира, наиболее трудными были задания, требовавшие более глубоких, чем школьные, системных знаний и умения мыслить логически:

А 18. (16,0%) У инфузории-туфельки

1. большое ядро — гаплоидное, малое — гаплоидное
2. большое ядро — диплоидное, малое — диплоидное
3. большое ядро — диплоидное, малое — гаплоидное
4. большое ядро — полиплоидное, малое — диплоидное

А 18. (10,3%) Выделение у инфузории-туфельки происходит через

1. порошицу
2. одну сократительную вакуоль
3. две сократительные вакуоли
4. сократительные вакуоли и порошицу

А 19. (23,0%) Паразитические черви класса Ленточные получают энергию путём

1. дыхания
2. гидролиза
3. брожения
4. хемосинтеза

А 19. (22,5%) Выделительная система у кольчатых червей представлена

1. протонефридиями
2. метанефридиями
3. анальным отверстием
4. сократительными вакуолями

А 23. (24,2%) Характерным признаком всех хордовых является наличие

1. сердца
2. позвоночника
3. черепа
4. вторичной полости тела (целома)

А 23. (14,7%) Тип Хордовые включает

1. два подтипа: позвоночные и беспозвоночные
2. два подтипа: позвоночные и головохордовые
3. три подтипа: позвоночные, оболочники и головохордовые
2. четыре подтипа: позвоночные, беспозвоночные, оболочники и головохордовые

А 26. (24,1%) У пресмыкающихся выделение происходит с помощью

1. туловищных почек
2. тазовых почек
3. метанефридиев
4. анального отверстия

А 27. (19,4%) Мускульный желудок максимально развит у

1. орла
2. дятла
3. тетерева
4. чайки.

Интересно, что выделение у всех групп животных — сложный вопрос для абитуриентов, видимо, процесс выделения как удаления жидких продуктов внутриклеточного распада веществ не понят учащимися: 49% считают, что «выдели-

тельная система у кольчатых червей представлена... анальным отверстием», 46% — что «у пресмыкающихся выделение происходит с помощью... анального отверстия».

Знания по **анатомии, физиологии и гигиене человека** у абитуриентов неплохие — этот предмет изучался в школе сравнительно недавно, уровень школьных учебников в основном достаточен для верных ответов на тестовые задания. Больше половины тестируемых справились с этим разделом. Исключение составляют вопросы по темам «Половая система» и опять-таки «Выделительная система», но это только доказывает, что участники абитуриентского тестирования ориентируются на школьные учебники, а не на пособия для поступающих в вузы — задания по этим разделам требовали более высокого уровня знаний. К сожалению, требование назвать определённый элемент рефлекторной дуги на рисунке оказалось по силам только 31,6% учащихся, а ответы на вопросы по внутренней среде организма человека изобиловали вопиющими нелепостями. Так, на вопрос «Состояние, при котором в крови уменьшается количество эритроцитов или содержание гемоглобина в каждом из них — это ...» — наряду с верными, следовали ответы: белокровие, гемофилия, сон(!), диабет(!), обморок(!). «Кровотворный орган, расположенный в левом подреберье, — это ...» не только селезёнка (25,6%), но и сердце (40,7%), печень, почка, аорта, желудок, лёгкое, вена. «Бесцветная жидкость, похожая по составу на плазму крови, но содержащая вдвое меньше белков и выполняющая функции оттока лишней жидкости и защиты, — это ...» лимфа — считают 55,6% учеников, остальные думают, что это моча, пот, мочевина, лейкоциты, слюна. Наиболее трудные среди закрытых заданий — вопросы на знание конкретных цифр:

А 31. (21,1%) Число костей в мозговом отделе черепа человека —

1. 10    2. 8    3. 7    4. 6

А 31. (7,1%) Число костей в лицевом отделе черепа человека —

1. 8    2. 10    3. 12    4. 15

А 32. (20,2%) В течение сердечного цикла желудочки сердца человека отдыхают

1. 0,7 с    2. 0,5 с    3. 0,4 с    4. 0,1 с

А 34. (15,9%) Дыхательный объём человека в среднем равен

1. 500 мл  
2. 1500 мл  
3. 3500 мл  
4. 6000–8000 мл

Лучше всего абитуриенты представляют себе работу пищеварительной системы и строение скелета.

Отрадно, что самые хорошие знания абитуриенты показали по **общей биологии**. Понимание **общих закономерностей развития и функционирования живых систем** значительно важнее, чем фактуальные знания из областей ботаники и зоологии. Дифференцирующая сила тестовых заданий по общей биологии максимальна, то есть знание именно этого материала лучше всего разделяет подготовленных и неподготовленных абитуриентов. Но знания только общей биологии недостаточно и задания по другим областям биологии должны присутствовать в абитуриентском тесте. Несмотря на хорошие знания по всему разделу в целом, отдельные темы усвоены плохо: «Мейоз», «Онтогенез животных», «Законы генетики», «Селекция животных, растений и микроорганизмов», «Вид, популяция» и «Экосистемы». Это подразделы, требующие не только предметных знаний и умений, но и **общеучебных (метапредметных)** — умения оперировать фактами, действовать по стандартному алгоритму, применять знания творчески. Анализ неверных ответов говорит не столько о незнании, сколько о непонимании сущности явлений и процессов. Очень трудными для абитуриентов оказались задания:

А 5. (23,6%) Код ДНК считается вырожденным, потому что

1. он уникален для каждого живого существа  
2. он универсален (един) для всех живых существ  
3. каждая аминокислота кодируется одним триплетом  
4. каждая аминокислота кодируется несколькими триплетами

А 7. (24,7%) В темновой фазе фотосинтеза происходит превращение энергии

1. световой в механическую
2. световой в химическую
3. химической в химическую
4. химической в механическую

А 7. (20,0%) Во время темновой фазы фотосинтеза образуются

1. глюкоза 2. крахмал 3. АТФ и глюкоза 4. кислород и глюкоза

А 7. (17,9%) При фотосинтезе молекулы АТФ в

1. световую фазу синтезируются, в темновую — синтезируются
2. световую фазу синтезируются, в темновую — расщепляются
3. световую фазу расщепляются, в темновую — расщепляются
4. световую фазу расщепляются, в темновую — синтезируются

В этом задании ответы выбирались почти с равной вероятностью, то есть все ученики, не думая, отвечали наугад.

А 8. (21,1%) Число молекул ДНК в клетке человека в профазу митоза равно

1. 23 2. 46 3. 92 4. 184

В данном задании 54% учеников сочли правильным второй ответ.

А 8. (22,8%) Хромосомы в эукариотической клетке

1. всегда находятся в ядре
2. появляются в синтетическом периоде интерфазы
3. появляются в пресинтетическом периоде интерфазы
4. появляются в профазу митоза, когда оболочка ядра начинает разрушаться

56% абитуриентов выбрали как верный первый ответ(!), причём неверно отвечали сильные ученики, а слабые действовали наугад.

А 8. (23,0%) При нарушении цитокинеза (деления цитоплазмы) при митозе диплоидная клетка получает набор хромосом

1. гаплоидный 2. диплоидный
3. триплоидный 4. тетраплоидный

А 9. (14,8%) Путём мейоза у высших растений образуются

1. гаметы 2. соматические клетки
3. зиготы 4. споры

Первый ответ выбрали 58% тестируемых.

А 9. (9,9%) Мейоз происходит в клетках

1. половых
2. соматических
3. предшественниках гамет у животных и растений
4. предшественниках гамет у животных и спор у растений

Это задание оказалось одним из самым трудных во всём тесте. Оно демонстрирует типичную ошибку, отражающую глубокое непонимание, — 60% учеников считают, что половые клетки способны делиться(!).

А 10. (14,2%) Правило единообразия гибридов первого поколения справедливо

1. только при моногибридном скрещивании и полном доминировании
2. только при ди- и полигибридном скрещивании и полном доминировании
3. только при моногибридном скрещивании и неполном доминировании
4. при моно-, ди- и полигибридном скрещивании и полном и неполном доминировании

В сильной группе только 24,1% ответили правильно, да и для них близость выбора этого ответа к 25% говорит о случайном его характере.

Открытые задания дополнения по темам «Онтогенез животных» и «Основные понятия генетики» также показали непонимание ряда вопросов: лишь 11% учеников написали, что «Гибрид АаВвСс — это ...тригетерозигота»; только 25% понимают, что такое «комбинативная изменчивость»; 18% — «сцепленные гены» (причём 44% путают их с «аллельными»); 19% — «бластомеры»; 10% — «кариотип», причём набор неправильных ответов поражает непредсказуемостью. Вместо «гастрола» писали «плацента», «мутация» и даже «мутант», а вместо «энтодерма» — «ароморфоз». Очень часто верные по сути термины были написаны с грамматическими ошибками, впрочем, в этом случае ответ всё равно засчитывался как правильный.

Закрытые тестовые задания по теории эволюции и экологии у абитуриентов вызывали меньшие затруднения, чем по цитологии и самовоспроизводству живых систем. Однако открытые тестовые задания по этим темам изобиловали грубыми ошибками. Так, нечётко усвоена разница между понятиями «биогеоценоз (экосисте-



ма)» и «биоценоз» — лишь 14–36% употребили эти термины правильно; только 20% знают термин «плотность популяции»; 23% понимают, что «Сходство всех процессов жизнедеятельности у особей одного вида, прежде всего сходство размножения, — это... (физиологический) критерий вида»; 5% (!) знакомы с понятием «биотоп»; 21% смогли сообщить, что «Обязательным условием видообразования является географическая, экологическая, биологическая (репродуктивная)... (изоляция) популяции»; 7–15% знакомы с функциями живого вещества в биосфере.

В целом анализ выполнения заданий по общей биологии наиболее убедительно показывает, что выпускники полной средней школы неплохо владеют материалом на первом (репродуктивном) уровне знания, но значительно хуже могут применять эти знания, то есть владеть ими на втором и третьем уровнях. Относительно

низкая дифференцирующая сила (36,5%) тестовых заданий, проверяющих знания на третьем (творческом) уровне знаний, — тревожный сигнал, показывающий, что даже сильные ученики плохо умеют использовать знания в нестандартной ситуации. И это — наиболее печальный итог Централизованного тестирования абитуриентов, поскольку именно формирование умения оперировать знаниями — основная задача современного образования. Ориентироваться на приобретение и формализованную проверку фактуальных знаний — позавчерашний день. Именно за схоластический подход упрекают тестирование, но опыт показывает, что современные школьники не готовы к проверке знаний на алгоритмическом и творческом уровнях. Подготовить их — задача школы, предложить соответствующий тестовый инструментарий — задача тестологов.

## Литература

1. Тесты. Биология. 11-й класс. Варианты и ответы централизованного тестирования. М.: Центр тестирования МО РФ, 2002.
2. *Чельшкова М.Б.* Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учебное пособие. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2001.