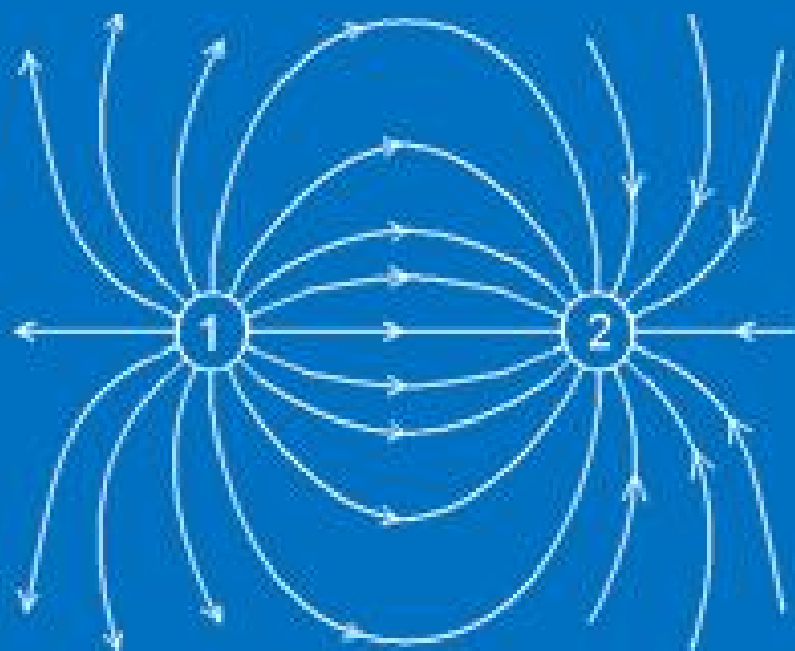


**В.С. КИМ**

**РАЗРАБОТКА ТЕСТОВ ПО  
ФИЗИКЕ**



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КИМ В.С.

# РАЗРАБОТКА ТЕСТОВ ПО ФИЗИКЕ

Учебное пособие

Владивосток

Дальневосточный федеральный университет

2015

УДК 371.26

ББК 74.265.1

К 40

Издается по решению Совета филиала  
ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет»  
в г. Уссурийске

***Рецензенты:***

Л.Д. Ермакова – кандидат педагогических наук, доцент

И.А. Морев – кандидат физико-математических наук, доцент

**Ким В.С.**

К 40 Разработка тестов по физике: Учебное пособие / В.С. Ким.  
– Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2015. – 228 с.

ISBN 978-5-7444-3456-4

Учебное пособие посвящено вопросам разработки тестов по физике. Рассматривается классическая теория тестов, а также современная теория тестов – Item Response Theory. Наряду с теоретическими рассматриваются вопросы практического использования теории. В частности, рассматриваются ошибки в тестах по физике, которые существенно ухудшают их качество.

В учебном пособии приведены тесты по физике для средних общеобразовательных учреждений. Характерной особенностью тестовых заданий является большое количество графической информации, что усиливает обучающую и развивающую роль подобных тестов.

Учебное пособие может использоваться при изучении дисциплины «Современные средства оценивания результатов обучения».

УДК 371.26

ББК 74.265.1

ISBN 978-5-7444-3456-4

© Ким В.С., 2015

© ФГАОУ ВПО «ДФУ», 2015

## ГЛАВА 1. ТЕСТИРОВАНИЕ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ

Управление учебным процессом, как известно, является одним из определяющих факторов повышения его эффективности. Процесс обучения, согласно Н.Ф. Талызиной [48], как один из видов управления требует циклического (замкнутого) управления. Замкнутость системы управления обусловлена наличием цепи обратной связи. Н.Ф. Талызина рассматривает коррекцию процесса усвоения за счет действия обратной связи как самостоятельный и важный этап управления.

Коррекция возможна, если есть возможность получения достоверной, объективной информации о состоянии системы, в том числе педагогической. В этой связи необходимо отметить важность диагностичности целей и задач, решаемых системой. Только наличие диагностичных целей позволяет контролировать состояние процесса обучения, а следовательно, его коррекцию и оптимизацию.

Согласно В.П. Беспалько [7], вариативными характеристиками, определяющими качество обучения, являются уровень усвоения деятельности и степень усвоения (автоматизации) деятельности. Эти величины можно контролировать, то есть достижение высокого качества обучения является диагностичной целью. Наличие диагностичных целей позволяет организовать реально действующий процесс управления обучением.

Традиционные методы диагностики имеют органические недостатки. По мнению К. Ингенкампа [16], при использовании пятибалльной шкалы преподаватель выставляет оценки с разбросом плюс-минус 1 балл, то есть с точностью 20%. Из этого следует, что за одни и те же знания, испытуемый может быть оценен разными экзаменаторами на «2», на «3» и на «4». Более того, К.Ингенкамп указывает, что один и тот же экзаменатор в разные моменты времени, например с интервалом в 1 месяц, также по разному оценивает один и тот же ответ (на экспериментах использовались видеозаписи ответов испытуемых).

Ясно, что столь неточный «измерительный прибор», каковым является человек, существенно снижает эффективность диагностики учебного процесса.

По этой причине в качестве контрольно-измерительного мероприятия выбирается тестирование. Тестирование учебных достижений является важной составной частью учебного процесса.

Сам процесс тестирования учебных достижений разбивается на три процесса: 1) разработка теста; 2) процедура тестирования; 3) обработка и интерпретация результатов тестирования.

При обработке результатов используется либо классическая теория тестирования, либо IRT (Item Response Theory), позволяющая измерять уровень достижений испытуемого в специальных единицах измерения – логитах. Итерационные процедуры оптимизации тестовых заданий позволяют создавать надежные и валидные тесты. Особо следует отметить тот факт, что IRT позволяет получить числовые значения уровня достижений испытуемого в логитах на интервальной шкале. Наличие интервальной шкалы позволяет использовать мощный аппарат математической статистики для интерпретации полученных результатов.

Напомним, что оценки, выставяемые человеком-экзаменатором, размещены на порядковой шкале, что сильно ограничивает возможности математической обработки результатов контроля. Давно критикуемая теоретически и тем не менее широко используемая на практике идея расчета среднего балла как среднего арифметического не имеет под собой методологических оснований. По оценкам, например, из школьного классного журнала можно определить моду или медиану. Полученную медиану можно, если угодно, трактовать как средний балл, но надо ясно отдавать себе отчет в том, что это не среднее арифметическое всех оценок, выставленных в журнале.

Тестирование же лишено подобных недостатков, поскольку, при правильном применении, дает результаты на интервальной шкале. Помимо достоверности тесты обладают и высокой степенью объективности. В практике любого преподавателя есть конфликтные случаи недовольства учащегося (студента) экзаменационной оценкой, в то же время подобные конфликты практически исключены при тестировании.

Отдавая должное объективности тестирования, необходимо еще раз подчеркнуть, что тесты должны быть надежными и валидными. Н.Ф. Талызина [49] приводит пример неудачного использования контролирующих устройств (тестеров). Программа контроля (тест) для этих устройств разрабатывалась различными преподавателями. Последовательная проверка одного и того же контингента учащихся по одной и той же теме, но по разным тестам, показала различные уровни достижений. Это говорит о том, что тесты были невалидными, а возможно, и ненадежными. Разумеется, объективность контроля в этом случае низкая и такое тестирование использовать нельзя.

Важность тестов в учебном процессе давно осознана за рубежом. Там теория и практика тестирования развиваются уже сотню лет. В России (в Советском Союзе) интерес к этому виду контроля знаний возродился в 60-х годах прошлого века в связи с развитием программированного обучения.

## 1.1 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

Рассмотрим некоторые общие вопросы педагогического тестирования и наиболее важные для дальнейшего изложения основные понятия, определения и термины.

Педагогический тест как средство измерения учебных достижений может дать достоверный результат только в случае его корректного применения. Корректность применения теста – это многоаспектное понятие, включающее в себя вопросы конструирования и дизайна теста, вопросы разработки и применения тестов и, разумеется, интерпретации результатов тестирования.

Основные сведения о теории и практике тестирования учебных достижений изложены в нашей монографии [21]. Поэтому здесь мы рассмотрим только основные понятия, термины и методы тестологии, а также результаты наших исследований в этой области.

## 1.2 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ ТЕСТИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ

Для теории тестов, педагогических измерений, квалиметрии можно выстроить следующую иерархическую структуру [3]:

Теория тестов $\subset$ Теория педагогических измерений $\subset$ Общая теория педагогического оценивания $\subset$ Квалиметрия
---

Эта схема позволяет уяснить место и роль теории педагогических измерений в системе наук вообще и в педагогическом оценивании в частности.

Рассмотрим основные понятия и термины, необходимые для однозначного понимания дальнейших утверждений, суждений и выводов.

**ИЗМЕРЕНИЕ** — операция для определения отношения одной (измеряемой) величины к другой однородной величине, которая берётся за единицу.

Получившееся значение будет численным значением измеряемой величины. Наука, предметом изучения которой являются все аспекты измерений, называется **МЕТРОЛОГИЕЙ**.

**ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ** – это процесс установления соответствия между оцениваемыми характеристиками обучаемых и точками эмпирической шкалы, в которой отношения между различными оценками характеристик выражены свойствами числового ряда [52].

**ПОНЯТИЕ ТЕСТА.** Существует много определений **ТЕСТА**, довольно заметно отличающихся друг от друга. Приведем некоторые из них.

Согласно словарю ЕГЭ [50], **ТЕСТ** – это измерительная процедура, включающая инструкцию и набор заданий, прошедшая широкую апробацию и стандартизацию.

С.Л. Рубинштейн [44] дал следующее определение: **ТЕСТ** — это испытание, которое ставит своей целью градуирование, определение рангового места личности в группе или коллективе, установление её уровня.

Это определение сформулировано только с точки зрения достижения цели, без уточнения, как эта цель достигается, а главное, не определяет тест как измерительный инструмент.

К. Ингенкамп [16]: **ТЕСТИРОВАНИЕ** – это метод педагогической диагностики, с помощью которого выборка поведения, репрезентирующая предпосылки или результаты учебного процесса, должна максимально отвечать принципам сопоставимости, объективности, надежности и валидности измерений, должна пройти обработку и интерпретацию и быть готовой к использованию в педагогической практике.

В определении К. Ингенкампа рассматривается метод, а не средство педагогической диагностики и никак не характеризуются задания теста.

В.С. Аванесов определяет **ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ТЕСТ** как систему параллельных заданий равномерно возрастающей трудности, специфической формы, позволяющую качественно и эффективно измерить уровень и оценить структуру подготовленности учащихся.



В одной из последних работ В.С. Аванесов [5] несколько смягчил формулировку:

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ТЕСТ** определяется как система параллельных заданий возрастающей трудности, специфической формы, которая позволяет качественно и эффективно измерить уровень и структуру подготовленности испытуемых.

Сравнение обоих определений показывает, что произошло исключение требования равномерности возрастания трудности заданий. На наш взгляд, обусловлено это тем, что обеспечение требования равномерности возрастания трудности не является принципиальным, но представляет значительные трудности в его реализации. На наш взгляд, определение понятия теста дает в руки исследователя некий рабочий инструмент. Поэтому практическая реализуемость является важным принципом, влияющим на формулировку понятия теста. Остановимся на этом более детально.

Обеспечить возрастание трудности заданий достаточно легко. Чтобы достичь этого составитель тестовых заданий ориентируется на различную сложность элементов предметной области. Для каждого элемента составляются задания и затем эмпирически проверяются, что действительно получены задания различной трудности. В самом тесте задания располагаются в порядке возрастания трудности.

Требование же **РАВНОМЕРНОСТИ** возрастания трудности задания чрезвычайно сложно реализовать на практике, хотя такой тест, обеспечивая линейную шкалу трудностей, несколько снизил бы ошибку измерения. Равномерность рассматривается нами как линейная функциональная зависимость трудности задания от его номера. К этому следует добавить, что рассматриваемая зависимость является табулированной с равномерным заполнением интервалов.

Исключение требования равномерности возрастания трудности задания заметно упрощает создание теста. Отметим, однако, что в этом случае шкала трудностей получается нелинейной, с неравномерным покрытием заданного

диапазона трудности заданий теста. Это, естественно, снижает точность педагогического теста как измерительного инструмента.

М.Б. Челышкова [52] отмечает, что понятийный аппарат теории педагогических измерений еще полностью не сформирован. В частности не существует общепризнанного определения теста. Каждый исследователь отражает в определении теста свое видение проблемы педагогического тестирования.

Согласно М.Б. Челышковой, итоговый **НОРМАТИВНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ТЕСТ** – это система тестовых заданий, упорядоченных в рамках определенной стратегии предъявления и обеспечивающих информативность оценок уровня и качества подготовки испытуемых. М.Б. Челышкова очень осторожно подходит к формулировке теста, намеренно ограничивая его сферу применения и тип. Приведенное определение вполне подходит для тестов, предназначенных для ранжирования испытуемых.

А.Н. Майоров [30] приводит следующее определение теста, разработанное в 1997 – 1998 гг. группой авторов при разработке понятийного аппарата тестологии:

**ТЕСТ** – это инструмент, состоящий из квалитетически выверенной системы тестовых заданий, стандартизированной процедуры проведения и заранее спроектированной технологии обработки и анализа результатов, предназначенный для измерения качества и свойств личности, изменение которых возможно в процессе систематического обучения [30].

В результате анализа приведенных определений теста мы склоняемся к выводу, что наиболее приемлемым является определение В.С. Аванесова с некоторыми изменениями. Рассмотрим эти отличия.

1. Вместо термина «задание» мы предлагаем использовать термин «тестовое задание». Это позволяет исключить требование «специфической формы», поскольку оно содержится в понятии «задание в тестовой форме» и, следовательно, в понятии «тестовое задание».

2. Исключено требование «параллельности» заданий. Это требование введено В.С. Аванесовым для повышения «живучести» теста, с тем чтобы обеспе-

читать возможность многократного использования теста, за счет варьирования в нем параллельных заданий. С этой точки зрения это вполне обоснованное требование. Однако если мы определяем тест как таковой, отвлекаясь от привлекательной для практики его применения свойства «непотопляемости», то требование параллельности можно исключить.

3. Требование «возрастающей трудности» заменяем требованием «различной трудности». Дело в том, что если мы располагаем тестовыми заданиями различной, известной трудности, то, формируя тест, легко можем расположить их в любом порядке, в частности, в порядке возрастания трудности.

Некоторые авторы предлагают размещать задания в порядке уменьшения трудности, аргументируя это оптимальным распределением умственного напряжения тестируемых во времени. К концу тестирования, когда испытуемые утомлены, целесообразно предъявлять им более легкие задания [53].

Иногда предлагается дать возможность выбора задания самим испытуемым, которые будут соизмерять свои возможности с теми усилиями, которые им понадобятся при прохождении теста. Это позволит им показать наилучший результат.

При компьютерном тестировании зачастую используется случайный порядок предъявления заданий, при этом сам тест формируется «на лету». Тестовые задания автоматически извлекаются из банка заданий в соответствии с той или иной процедурой, заданной разработчиком теста [19]. Если порядок предъявления одинаков для всех испытуемых, то, находясь в одном компьютерном классе, за соседними компьютерами, они могли бы подглядывать за ответами других испытуемых. При случайном порядке предъявления заданий уменьшается вероятность подобного нарушения процедуры тестирования.

Все вышеприведенные доводы представляются обоснованными, но для окончательного вывода требуется убедительная экспериментальная проверка их справедливости.

Таким образом, в формулировке определения теста разумно заменить требование «возрастающей трудности» на требование «различной трудности».

В итоге мы предлагаем следующее определение теста.

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ТЕСТ** – это система тестовых заданий различной трудности, которая позволяет качественно и эффективно измерить уровень и структуру подготовленности испытуемых [21].

Во всех приведенных определениях фигурирует понятие тестового задания, которое в свою очередь требует определения. Здесь нам придется рассмотреть два близких понятия, связанных с процессом создания теста. Создание тестового задания – это трудоемкий процесс, включающий создание некоторой заготовки тестового задания и собственно тестового задания. Приведем определения этих типов заданий.

М.Б. Чельшкова различает предтестовые и тестовые задания.

**ПРЕДТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ** – это единица контрольного материала, содержание, логическая структура и форма представления которого удовлетворяют ряду специфических требований и обеспечивают однозначность оценок результатов испытуемых в выбранной шкале [52].

Предтестовое задание называется **ТЕСТОВЫМ**, если апостериорные количественные оценки его характеристик удовлетворяют определенным критериям, нацеленным на проверку качества содержания, формы и на выявление системообразующих свойств заданий теста [52].

В.С. Аванесов различает «задание в тестовой форме» и «тестовое задание».

**ЗАДАНИЕ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ** – одно из основных понятий педагогической теории измерений. В.С. Аванесов определяет задание в тестовой форме как педагогическое средство, отвечающее следующим требованиям [5]:

- 1) цель;
- 2) краткость;
- 3) технологичность;
- 4) логическая форма высказывания;
- 5) определенность места для ответов;
- 6) одинаковость правил оценки ответов;

- 7) правильность расположения элементов задания;
- 8) одинаковость инструкции для всех испытуемых;
- 9) адекватность инструкции форме и содержанию задания.

Эти требования позволяют отличить задания в тестовой форме от остальных.

Сравнивая требования В.С. Аванесова с требованиями Дж. Кеттела к тесту (как системе заданий) приведенными выше, можно прийти к выводу, что они частично перекрываются, что соответствует логике тестирования как применения измерительного инструмента.

Рассмотрим более детально, перечисленные требования.

**ЦЕЛЬ.** Разработчик должен отчетливо представлять себе, какова цель предъявления тестового задания испытуемому. Цель создания тестового задания зависит, в частности, от типа теста (критериально-ориентированный или нормативно-ориентированный), в который оно будет включено, от степени подготовленности испытуемых, от вида тестирования (итоговое, текущее, для самоконтроля) и так далее.

Пожалуй, самым важным фактором, определяющим цель задания, является получение информации о степени усвоения испытуемым той или иной единицы учебного материала. Формулированию цели заданий способствует создание технологической матрицы (тестовой решетки), представляющей собой перечень учебных тем с относительным распределением тестовых заданий по этим темам [30]. Распределение заданий в технологической матрице определяется важностью, объемом и количеством учебного времени.

Не менее важным представляется определение вида умения, выявляемого тестовым заданием. В частности, в таксономии Б. Блума [58] выделяются следующие уровни усвоения учебного материала: «знание», «понимание», «применение», «анализ», «синтез», «оценка». Предлагаются и другие таксономии (В.П. Беспалько [8], М.Н. Скаткин [18], В.П. Симонов [46], М.В. Кларин [27]). Задания, посвященные одной и той же учебной единице, но ориентиро-

ванные на тот или иной уровень усвоения, имеют разные цели и по этой причине будут иметь разное содержание.

**КРАТКОСТЬ.** Формулировка задания должна быть предельно лаконичной, но не в ущерб пониманию сути задания. Необходимо исключить повторы слов и тем более целых фраз. Чем лаконичнее задание, тем лучше оно воспринимается.

**ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ.** Это требование порождено использованием технических, компьютерных средств в обучении. Если задания технологичны, то тестирование проводится быстро, экономично, объективно. Особенно это важно для компьютерного тестирования.

**ЛОГИЧЕСКАЯ ФОРМА ВЫСКАЗЫВАНИЯ.** Согласно В.С. Аванесову, это средство упорядочения и эффективной организации содержания теста. Эта форма во многих случаях заменяет вопросы. Логическое преимущество задания в тестовой форме заключается в возможности естественного превращения утверждения, после ответа испытуемого, в форму истинного или ложного высказывания [5]. Этому же мнению придерживается и М.Б. Челышкова.

По этому поводу можно сказать следующее. Наш личный опыт показывает, что всегда удастся сформулировать задание с выбором в форме утверждения. Иногда возникают ситуации, когда, казалось бы, задание формулируется только в виде прямого вопроса. Однако после тщательного анализа цели задания, его содержания, все же удастся подобрать утвердительную форму задания. В результате задание получается, по крайней мере, не хуже, чем задание в форме прямого вопроса.

**ОПРЕДЕЛЕННОСТЬ МЕСТА ДЛЯ ОТВЕТА** является одним из внешних и существенных признаков задания в тестовой форме [5]. Важным требованием к заданию является «экономность» в его оформлении. На бланке (дисплее компьютера) не должно быть ничего лишнего. Форма задания должна всячески минимизировать усилия испытуемых на восприятие его содержания. Определенность места для ответа – один из приемов такой минимизации. Представим себе, что место для ответа меняется от задания к заданию (в нижнем правом уг-

лу, в левом верхнем, посередине и т.д.), насколько бы это усложнило работу испытуемого. Любые ненужные усилия испытуемых увеличивают вероятность ошибочного ответа, что приводит к снижению результата тестирования, по причинам не связанным с его уровнем знаний.

**ОДИНАКОВОСТЬ ПРАВИЛ ОЦЕНКИ ОТВЕТОВ** заключается в том, что все испытуемые находятся в равном положении. Это необходимое условие использования теста в качестве средства измерения.

**ПРАВИЛЬНОСТЬ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАДАНИЯ.** Это требование заключается в строгом соблюдении размещения элементов (блоков) задания согласно его структуре. О структуре задания будет сказано далее.

**ОДИНАКОВОСТЬ ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ВСЕХ ИСПЫТУЕМЫХ.** Это очевидное требование, в противном случае появится большая систематическая погрешность измерения.

**АДЕКВАТНОСТЬ ИНСТРУКЦИИ ФОРМЕ И СОДЕРЖАНИЮ ЗАДАНИЯ** означает взаимное соответствие компонентов, что необходимо для выполнения заданием своей функции. Несоответствие формы содержанию и, наоборот, содержания форме вызывает ошибку понимания смысла задания [5].

Перейдем теперь к собственно тестовому заданию. Следует различать задания в тестовой форме и тестовые задания. Только после статистической проверки задание в тестовой форме может стать тестовым заданием. Тест состоит не из заданий в тестовой форме, не из вопросов и задач, а только из тестовых заданий [5].

**ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ** – это составная единица теста, отвечающая требованиям к заданиям в тестовой форме и, кроме того, статистическим требованиям:

- 1) известной трудности;
- 2) дифференцирующей способности (достаточной вариации тестовых баллов);
- 3) положительной корреляции баллов задания с баллами по всему тесту, а также другим математико-статистическим требованиям [5].

Отметим также, что тестовые задания должны удовлетворять условию локальной независимости [65]. В. Переверзев [40] отмечает, что ответ испытуемого на каждое тестовое задание не подвергается влиянию и статистически независим от ответа на любое другое тестовое задание. Локальная независимость предполагает, что испытуемый, отвечая на задание, не может использовать добавленное знание, полученное из ответа на любое другое тестовое задание.

Из локальной независимости, в частности, следует, что компьютерные тестирующие программы не должны информировать испытуемого об успешности выполнения очередного задания, например, выводить на дисплей 0 или 1 баллов (для дихотомического случая).

#### ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) С какой точностью определяет учитель знания учащегося по пятибалльной шкале?
- 2) Назовите основные подпроцессы процесса тестирования.
- 3) Что называется педагогическим измерением?
- 4) Что называется педагогическим тестом?
- 5) Что называется заданием в тестовой форме?
- 6) Что называется тестовым заданием?
- 7) Каким требованиям должно удовлетворять задание в тестовой форме?



### 1.3 ВРЕМЯ ТЕСТИРОВАНИЯ

Выполнение тестового задания требует определенного времени. Общее время тестирования определяется количеством и сложностью заданий. Должно ли это время быть ограниченным или не ограниченным – определяется конкретной ситуацией, в которой применяется тест.

А. Майоров [30] указывает, что каждый тест имеет оптимальное время тестирования, уменьшение или превышение которого снижает качественные показатели теста. В. Аванесов [4] считает время выполнения системообразующим фактором при разработке и использовании теста.

Такое внимание этому вопросу уделяется по той причине, что неверно установленное время тестирования не позволяет тестовым заданиям достичь своей цели – проверить, знает ли испытуемый тот или иной элемент проверяемой дидактической единицы.

А. Майоров приводит следующие эффекты проявления утомления [30]:

- 1) на поведенческом уровне – приводит к уменьшению скорости и точности работы;
- 2) на физиологическом уровне – приводит к повышению инерции в динамике нервных процессов;
- 3) на психологическом уровне – ведет к нарушению качеств внимания, процессов памяти, степени адекватности функционирования интеллектуальных процессов;
- 4) происходят сдвиги в эмоционально-мотивационной сфере.

Как же определить оптимальное время тестирования? Начнем с практических рекомендаций. На выполнение одного задания обычно отводится 30 – 60 секунд. Если задания соответствуют простому «узнаванию» (первый уровень таксономии Блума), то, как показывает наш опыт, вполне достаточно 5 – 10 секунд. По мере продвижения на верхние уровни таксономии Блума это время должно увеличиваться в десятки раз. Имея опыт, еще на этапе разработки тестового задания можно грубо оценить время его выполнения. Суммарное время по всем заданиям даст общее время тестирования.

Длина теста (количество заданий) и время тестирования – тесно связанные и в определенном смысле эквивалентные характеристики, но определяющим является все же именно время тестирования, поскольку оно задает порог утомления, за которым тест начинает терять свои измерительные свойства.

Рассмотрим теперь теоретическое обоснование длительности тестирования. Оптимальное время тестирования – это время от начала процедуры тестирования до момента наступления утомления. По каким признакам следует определять момент начала утомления? В. Аванесов [4] предлагает отслеживать момент достижения максимума дисперсии тестовых результатов  $t_3$  (рис. 1.).

А. Майоров считает, что оптимальное время тестирования соответствует

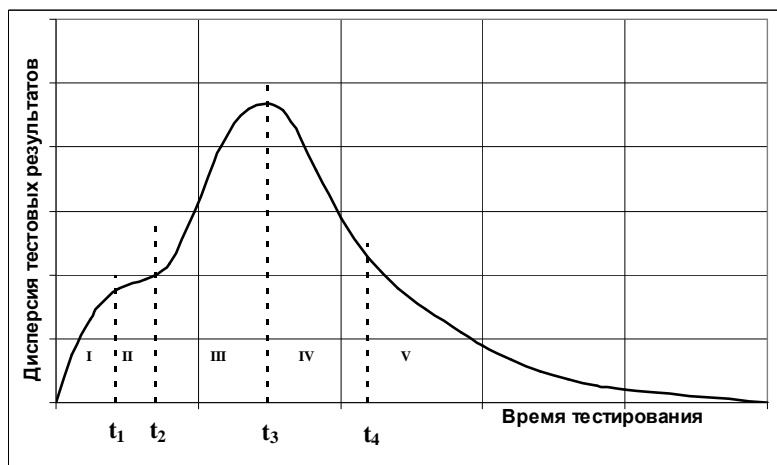


Рис. 1. Время тестирования

не максимуму дисперсии, а моменту начала ее увеличения  $t_2$  [30].

Рассмотрим детальнее эти разногласия. На рисунке показана гипотетическая зависимость дисперсии тестовых результатов от времени тестирования.

Предположим, что все испытуемые одновременно начинают и одновременно заканчивают сеанс тестирования (досрочное завершение невозможно). Очевидно, что при очень малом времени тестирования все испытуемые одинаково не выполняют ни одного задания, то есть дисперсия должна отсутствовать. При очень больших значениях времени тестирования (большая длина теста) ввиду высокой степени утомления все испытуемые также не смогут выполнить

тест, то есть дисперсия снова будет близка к нулю. При оптимальном времени тестирования (согласно В. Аванесову это  $t_3$ ) дисперсия будет максимальной. А. Майоров, считает, что оптимальное время тестирования соответствует точке  $t_2$ .

Весь временной интервал разбивается на пять характерных областей I, II, III, IV и V. В области I (очень малые времена тестирования) дисперсия быстро растет в связи с тем, что время реакции у испытуемых разное, и поэтому часть испытуемых начнет успевать справляться с некоторыми заданиями теста. Произойдет дифференциация испытуемых, что и обусловит быстрый рост дисперсии на начальном участке.

Далее, во второй области рост дисперсии замедляется, так как теперь испытуемые с замедленной реакцией тоже начнут успевать выполнять задания. Темп увеличения дифференциация испытуемых уменьшится, то есть, замедлится рост дисперсии тестовых баллов.

В третьей области III скорость возрастания дисперсии снова увеличится. Это происходит по причине того, что теперь время тестирования достаточно велико и большинство испытуемых успевают полноценно проанализировать задания. Здесь начинает работать другой механизм – дифференциация испытуемых происходит не за счет различия во времени реакции, а за счет различия в уровне подготовленности.

В точке  $t_3$  дисперсия достигает максимума и далее, в области IV, начнет снижаться. Уменьшение дисперсии обусловлено усилением утомления испытуемых. В области V утомление становится настолько сильным, что дисперсия тестовых баллов падает практически до нуля.

В области III утомление испытуемых, появившись, начинает воздействовать на дисперсию тестовых баллов, а в точке  $t_3$  становится настолько сильным, что начинает снижать дисперсию.

Из приведенного анализа следует, что точка зрения В. Аванесова предпочтительнее во всяком случае, для нормативно-ориентированного тестирова-

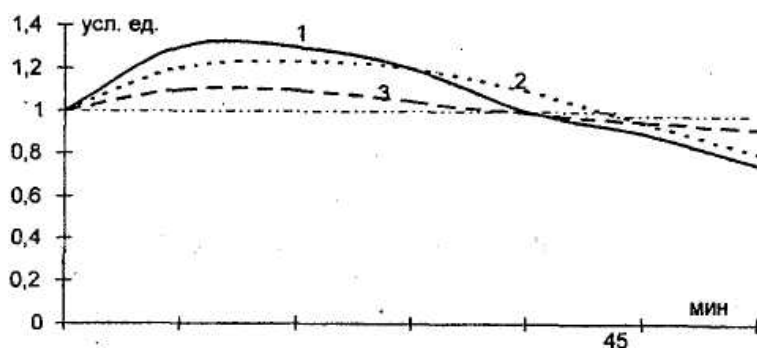


Рис. 2. Изменение относительного объёма воспринимаемой информации по зрительному (1), слуховому (2) каналам в течение занятия. Основным доводом в пользу этого является то, что важнейшей задачей теста является дифференциация испытуемых. В точке  $t_3$ , эта дифференциация будет в основном обеспечена именно различием в уровне подготовленности испытуемых.

Таким образом, для эмпирического определения оптимального времени тестирования необходимо провести серию сеансов различной длительности. Эти серии сеансов неоднократно повторить на выборках испытуемых, как можно более близких по своим характеристикам. После обработки собранного статистического материала необходимо построить функцию, как показано на рисунке 1, и определить значение момента времени  $t_3$ . Это и будет оптимальное время тестирования.

Согласно рекомендации С. Отиса, в качестве оптимального времени тестирования приближенно можно принять время, в течение которого с тестом справляются не более пяти процентов испытуемых [30].

До сих пор мы обсуждали время тестирования как таковое, абстрагируясь от личности испытуемого. Зависимость на рис. 1 – гипотетическая, основанная на умозрительных предположениях. В.В. Черненко [53] приводит экспериментальные данные по временной зависимости степени утомления (рис. 2) [28].

Согласно В.В. Черненко, в первые 9 минут эксперимента объем информации, воспринимаемой осознанно как по зрительному, так и по слуховому каналам достигает своего максимума. Далее, в течение последующих 18 минут

плавно, но незначительно снижается, а в последующие 9 минут для зрительного канала достигает первоначального значения, для слухового канала достигает первоначального значения в течение 18 минут. По истечении 45 минут относительный объем осознанно воспринимаемой информации довольно значительно падает [53].

Если предположить, что занятия по теоретическим дисциплинам и тестирование требуют равного интеллектуального напряжения, то из приведенной зависимости следует, что утомляемость испытуемых начинает заметно проявляться через время  $t_y$  равное 36 минутам после начала тестирования. Оптимальное время тестирования  $t_3$  соответствует моменту, когда положительный эффект обусловленный увеличением времени тестирования будет компенсирован отрицательным воздействием утомления испытуемых. Время  $t_3$  должно быть немного больше времени  $t_y$  - запаздывание обеспечивает попадание в область максимума дисперсии тестовых результатов. Тогда из этих данных следует, что  $t_3$  примерно равно 40 - 45 мин. Эти значения находятся в удовлетворительном согласии с рекомендациями, ограничивать длину теста 50-60 заданиями. Если на одно задание отводить 30-60 секунд, то общее время тестирования составит примерно 50 минут. А.И. Буравлев и В.Ю. Переверзев [10] показали, что критериально-ориентированный тест из 50 заданий может обеспечить надежность равную 0,9. Иными словами, тест из 50 – 60 заданий с одной стороны обеспечивает достаточно высокую надежность, а с другой – эффект утомления для такого теста еще слабо влияет на результаты.

В.В. Черненко отмечает, что источником систематической погрешности может стать пренебрежение суточным и недельным распределением момента начала тестирования.

Зависимость, показанная на рис. 3, свидетельствует о том, что проведение тестирования в послеобеденное время приведет к снижению результатов по сравнению с утренним тестированием [53]. Пренебрежение этим эффектом

может крайне негативно сказаться на результатах нормативно-

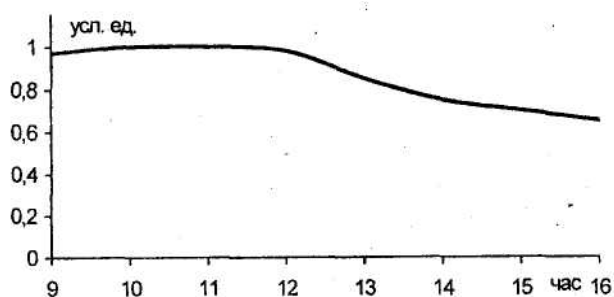


Рис. 3. Изменение относительного объема воспринимаемой информации по часам учебного дня

ориентированного тестирования. Получается, что ранг испытуемого зависит от того, когда его тестировали – утром или вечером.

Аналогичный эффект проявляется при проведении тестирования в различные дни недели. Результаты исследований [28], представленные на рис. 4, показывают, что день недели может вносить систематическую погрешность в результаты тестирования.

Исследования В.В. Черненко показывают, что указание оптимального времени является необходимым, но недостаточным параметром теста. При определении выборки стандартизации необходимо указывать день недели и часы тестирования. Это особенно важно для нормативно-ориентированных тестов [53].

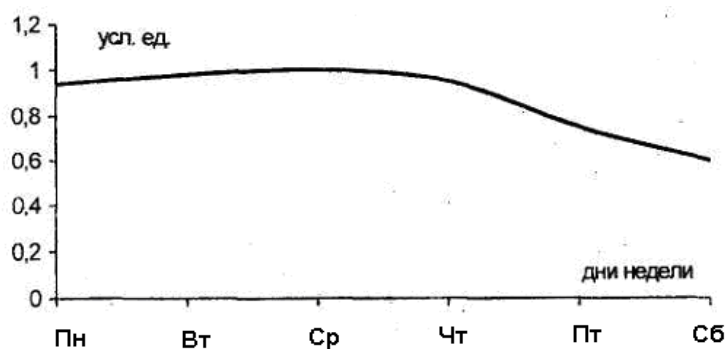


Рис. 4. Относительные объемы воспринимаемой информации по дням недели

По данным А. Анастаси [6] результаты теста интеллекта для одного и того же испытуемого в начале недели могут дать показатель равный 110, а в конце недели – 80. Вполне возможно, что это связано со снижением работоспособности к концу недели.

Таким образом, при определении времени тестирования необходимо учитывать следующие рекомендации:

- 1) время тестирования определяется по расположению максимума дисперсии тестовых результатов и не должно превышать 60 минут;
- 2) длина теста не должна превышать 60 – 70 заданий, в предположении, что на выполнение одного задания требуется не более одной минуты;
- 3) тестирование необходимо проводить в первой половине дня;
- 4) тестирование желательно проводить в середине недели.

#### ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) Какие факторы влияют на общее время тестирования?
- 2) Охарактеризуйте разные подходы к определению оптимального времени тестирования.
- 3) В какое время суток рекомендуется проводить тестирование?
- 4) В какие дни недели рекомендуется проводить тестирование?
- 5) Сколько времени рекомендуется отводить на выполнение одного задания теста?

## 1.4 НОРМАТИВНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ И КРИТЕРИАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ТЕСТЫ

Педагогическое тестирование широко применяется для контроля знаний учащихся в различных целях. По целям применения педагогических тестов их можно разделить на два больших класса: нормативно-ориентированные и критериально-ориентированные [11, 55, 66, 61].

**НОРМАТИВНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ** тест (norm-referenced test) позволяет ранжировать испытуемых по уровню знаний. Такой тест позволяет сравнивать учебные достижения испытуемых друг с другом.

Целью нормативно-ориентированного теста является упорядочение испытуемых по уровню их подготовленности.

**КРИТЕРИАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ** тест (criterion-referenced test) позволяет выявить степень усвоения испытуемым определенного раздела в заданной предметной области. Эти тесты появились в 60-х годах прошлого века, то есть значительно позже нормативно-ориентированных. Критериально-ориентированные тесты в свою очередь делятся на domain-referenced test (ориентированные на предметную область) и mastery-tests (квалификационные тесты). Целью критериально-ориентированного теста является выяснение – знает ли испытуемый стандартный учебный материал (предмет, раздел, тему).

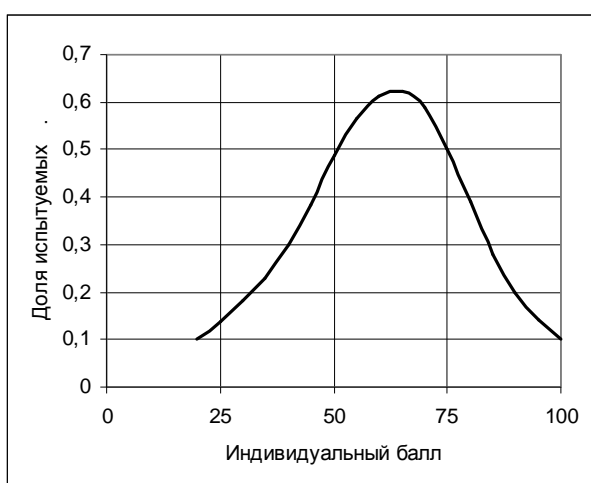


Рис. 5. Нормативно-ориентированный тест



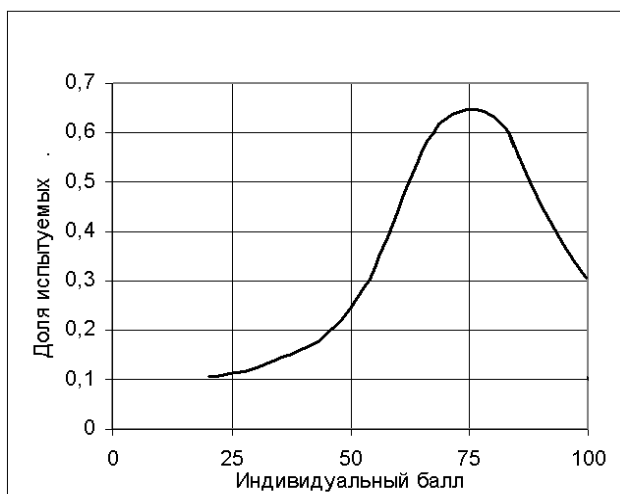


Рис. 6. Критерийно-ориентированный тест

Результаты критерийно-ориентированного тестирования интерпретируются с точки зрения полноты освоения области содержания, согласно детальной спецификации теста.

Ниже приведена таблица, содержащая сравнение характеристик обоих типов тестов.

Таблица 1. Сравнительные характеристики нормативно-ориентированных и критерийно-ориентированных тестов по Д. Вилфорду [11]

Нормативно - ориентированные тесты	Критерийно-ориентированные тесты
<p>1. Цель тестирования: возможность сравнения уровня подготовки испытуемых друг с другом в той области содержания, для которой тест предназначен.</p> <p>Пример использования: конкурсный отбор кандидатов на обучение.</p>	<p>1. Цель тестирования: возможность аттестации испытуемого в соответствии с его уровнем усвоения определенной области содержания.</p> <p>Пример использования: итоговая аттестация уровня обученности студентов, уровня профессиональной подготовки кадров.</p>

<p>2. Используемые шкалы: нормативные (или стандартные) шкалы. Необходимо указание среднего значения и стандартного отклонения в выбранной шкале.</p>	<p>2. Используемая шкала – в основном шкала процентов с выбранным одним (или несколькими) критериальным баллом (баллами). Особое внимание уделяется методике оптимального выбора критериального балла (или баллов).</p>
<p>3. Распределение индивидуальных баллов: близко к нормальному, в большинстве случаев имеет симметричный вид (рис. 5)</p>	<p>3. Распределение индивидуальных баллов: произвольное, в большинстве случаев асимметричное и имеет несимметричный вид (рис. 6).</p>
<p>4. Уровень детализации области содержания – несущественен. Авторы теста выбирают наиболее значимые элементы содержания.</p>	<p>4. Уровень детализации области содержания – подробный. Авторы теста разрабатывают спецификацию (план) теста, включающую все элементы содержания. Затем по этой спецификации разрабатываются задания.</p>

<p>5. Нормативная группа испытуемых обязательна. Обработанные (или шкалированные) баллы по результатам нормативно-ориентированного тестирования базируются на статистических данных нормативной группы, то есть специфической достаточно большой выборке испытуемых. В большинстве случаев применяются специальные нормативные таблицы, где каждый индивидуальный балл для данного теста имеет однозначное соответствие с процентильным эквивалентом, определенным на нормативной группе.</p>	<p>5. Нормативная группа испытуемых не является необходимой. Индивидуальный балл испытуемого интерпретируется по отношению к доле учебного материала успешно им освоенного. Чаще всего балл студента отражает процент правильно выполненных заданий и выражается шкале процентов.</p>
<p>6. Статистический анализ и отбор тестовых заданий. Статистические показатели тестовых заданий (в основном это уровень трудности и различающая способность) играют важную роль в отборе заданий. Выбираются задания со средним уровнем трудности (от 0,3 до 0,7) и высокой различающей способностью (большей 0,3). Существуют ряд других важных статистических показателей качества заданий.</p>	<p>6. Статистический анализ и отбор тестовых заданий. Уровень трудности и различающая способность заданий не являются существенными факторами включения в состав теста или, наоборот исключения из него. Главное условие отбора заданий – это их соответствие (их конгруэнтность) спецификации и элементу содержания. Статистические характеристики тестовых заданий используются для составления параллельных форм (вариантов) теста и для выбора оптимального критериального балла.</p>

<p>7. Надежность теста. Оценивается либо путем нахождения корреляции между результатами двух тестирований, либо методом расщепления теста на две половины при однократном тестировании.</p>	<p>7. Надежность теста. Оценивается степенью постоянства принятия решения «зачет – незачет» при двукратном тестировании.</p>
<p>8. Валидность. Наряду с содержательной валидностью для тестов конкурсного отбора учащихся особое внимание уделяется высоким показателям прогностической валидности.</p>	<p>8. Валидность. Особое внимание уделяется содержательной валидности. В случае принятия важных решений по результатам тестирования исследуются критериальная и конструктивная валидность.</p>

Подытоживая, отметим, что нормативно-ориентированные и критериально-ориентированные тесты сильно отличаются друг от друга. При использовании тестов необходимо придерживаться следующих правил:

- 1) нельзя использовать критериально-ориентированный тест в качестве нормативно-ориентированного, и наоборот;
- 2) нельзя использовать один и тот же тест и в качестве нормативно-ориентированного, и в качестве критериально-ориентированного.

Нарушение этих правил приводит к получению тестовых результатов, обладающих низкой надежностью и большой ошибкой измерения.

## ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) Какие тесты называются нормативно-ориентированными?
- 2) Какие тесты называются критериально-ориентированными?
- 3) Какова цель нормативно-ориентированного теста?
- 4) Какова цель критериально-ориентированного теста?
- 5) Назовите характерные особенности кривой распределения индивидуальных баллов при нормативно-ориентированном тестировании.
- 6) Назовите характерные особенности кривой распределения индивидуальных баллов при критериально-ориентированном тестировании.
- 7) Укажите область применения нормативно-ориентированного теста.
- 8) Укажите область применения критериально-ориентированного теста.

## 1.5 НАДЕЖНОСТЬ И ВАЛИДНОСТЬ ТЕСТА

Под надежностью, или релябильностью, измерения понимается степень надежности, или точности, с какой может быть измерен тот или иной конкретный признак [6]. Надежность теста характеризует воспроизводимость его результатов. Отметим что, определяя надежность теста, следует иметь в виду, что измерение не может быть стабильнее измеряемой латентной переменной. Если переменная очень лабильна, то ее измерение в принципе не может характеризоваться высокой повторяемостью.

Научно обоснованный тест – это метод, соответствующий установленным стандартам надежности и валидности [1]. Если тест имеет низкие надежность и валидность, то использовать его нельзя.

Надежность характеризуется коэффициентом надежности. Коэффициент надежности – это корреляционный коэффициент, показывающий степень совпадения результатов тестирования, осуществленного в одинаковых условиях одним и тем же тестом.

Другая важнейшая характеристика теста – валидность. Валидность характеризует пригодность теста для измерения определенной величины. Следует отметить, что нельзя говорить о валидности теста, не указав условий его применения [2].

Тест может иметь высокую надежность, но низкую валидность. Тест с высокой валидностью обязательно имеет высокую надежность. Если тест имеет низкую валидность, то применять его нельзя, даже если он имеет высокую надежность.

Понятия надежности и валидности педагогического теста чрезвычайно важны, поскольку именно они характеризуют тест как измерительный инструмент. Тест с неизвестными надежностью и валидностью непригоден для измерения. Когда преподаватель, разработав тест, проводит тестирование, то полученные результаты следует интерпретировать (например, для ранжирования испытуемых) очень осторожно, так как неизвестны надежность и валидность

вновь составленного теста. Эти крайне важные понятия более подробно будут рассмотрены далее.

## **1.6 ФОРМЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**

Тестовые задания имеют специфическую форму, что отражено даже в определении тестового задания. Задание, имеющее правильную форму, позволяет точно выразить содержание, понятно всем испытуемым, исключает возможность появления ошибочных ответов по формальным признакам [5].

Согласно В.С. Аванесову, ФОРМА ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ – это способ организации, упорядочения и существования содержания теста. Соединившись с содержанием, форма придает заданию конкретный облик, или, иначе, содержание принимает определенную форму. Форма может рассматриваться как инвариант. В тестах по разным учебным дисциплинам может использоваться одна и та же форма заданий [5].

Если задания неудачно сформулированы, допускают многозначное толкование своего содержания, то результаты тестирования будут искажены. Индивидуальные баллы испытуемых не будут соответствовать действительности, так как будут занижены вследствие неверного понимания испытуемыми содержания задания. В результате будет получена большая ошибка измерения и тем больше, чем сильнее отклонение от правильной формы. Если обратиться к Дж. Кеттелу, то речь идет о соответствии задания первому и пятому требованиям.

Мало того, если даже нет явных ошибок в содержательной части задания, сама форма представления его содержания может сказаться, например, на восприятии, на трудности задания.

## **1.7 КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**

Формы заданий в тестовой форме могут быть весьма разнообразными, в частности, В.М. Распопов [42] предлагает 24 формы тестовых заданий. В этой связи классификация тестовых заданий представляется полезной.

С точки зрения формы тестового задания можно ввести следующую их

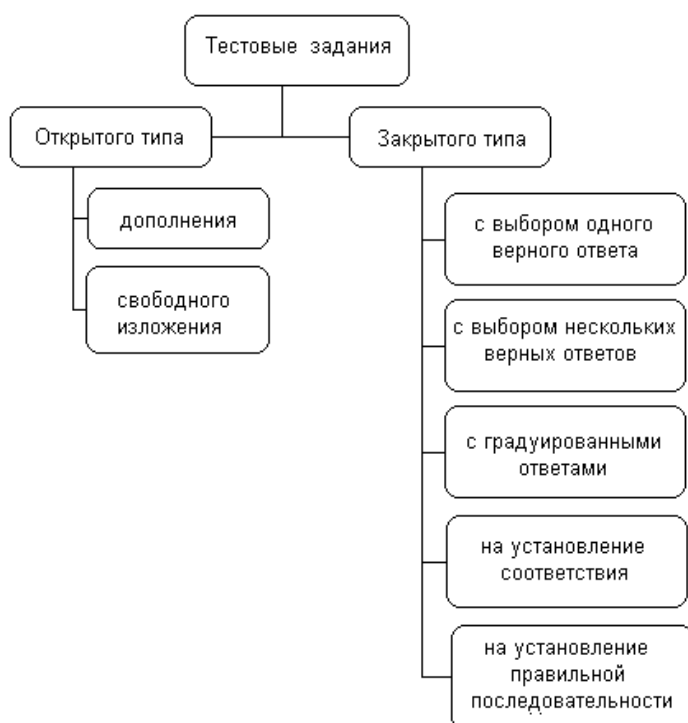


Рис. 7. Классификация тестовых заданий  
классификацию (рис. 7).

Все задания разбиваются на две большие группы – задания в открытой форме и задания в закрытой форме. В основу классификации положено наличие или отсутствие ввода дополнительной информации испытуемым. Если дополнительная информация нужна, то это задание в открытой форме. Если не нужна, то это задание в закрытой форме.

Задания в открытой форме подразделяются на задания с дополнением и в виде свободного изложения. В первом случае испытуемому необходимо дополнить содержание задания своей информацией. В результате задание должно превратиться в истинное логическое высказывание. Дополнение должно быть кратким – одно, в крайнем случае, два-три слова. При свободном изложении объем вводимой информации может быть значительно больше.

В тестировании чаще всего используются задания в закрытой форме. Эти задания характерны тем, что содержат в себе и основу (вопрос, утверждение) и ответы (элементы ответов), из которых испытуемый должен выбрать или составить верный ответ.



В простейшем случае испытуемый просто указывает ответ, который ему кажется правильным – задания с выбором верного ответа. Об этих заданиях более подробно будет сказано далее.

В заданиях с выбором нескольких верных ответов испытуемый должен указать все верные ответы. Процедура оценивания здесь сложнее, чем в предыдущем случае. Сумма баллов за такое задание может быть больше, чем в заданиях с выбором одного верного ответа.

Задания с градуированными ответами содержат ответы, которые, возможно, все являются правильными в той или иной степени. Ответы имеют градацию по степени правильности. Задача составителя заключается в том, чтобы найти и применить признак, позволяющий осуществить такую градацию. Максимальное количество баллов испытуемый получает, если его градация ответов полностью совпадает с градацией эксперта, например, разработчика задания.

Задания на установление соответствия требуют от испытуемого найти соответствие между элементами двух множеств. Соответствие устанавливается на основании логических умозаключений или использовании смысловых ассоциаций.

В заданиях на установление правильной последовательности испытуемому необходимо не просто выбрать соответствующие элементы ответа, но и расположить их в нужной последовательности. Заданиями такого типа хорошо проверять знание алгоритмов действий, технологических приемов, логики рассуждений и т.п. С помощью этих заданий удобно проверять знание и понимание испытуемыми формулировок определений, понятий, терминов, путем конструирования их из отдельным слов, предложений, символов, графических элементов.

Под правильным, верным ответом не всегда может подразумеваться некий эквивалент истинного знания. Это относится к заданиям с выбором неверного ответа. Е.А. Михайлычев [32] считает допустимым использование заданий с выбором единственного дистрактора. Рассмотрим пример такого задания. В нижеприведенных примерах знаком «+» помечен правильный ответ.

Укажите номер неверного ответа.

### ВЕЩЕСТВО В ЖИДКОМ СОСТОЯНИИ

- +1) сохраняет свою форму
- 2) имеет неизменный объем
- 3) обладает текучестью

Какова была цель этого задания? Требовалось выяснить, знает ли испытуемый, что жидкости не сохраняют свою форму. При выполнении этого задания испытуемому сначала надо понять его, привлечь имеющиеся знания и выбрать верный ответ. Их два – 2-й и 3-й. Затем испытуемый вспоминает, что от него требуется указать неверный ответ и выбирает ответ номер 1. Эти дополнительные усилия по переключению внимания с верных ответов на неверный ответ ничего не дают с точки зрения достижения цели задания.

А. Майоров считает, что отрицания все же можно использовать, если утвердительный вопрос вызывает слишком много правильных ответов. Для того чтобы испытуемый обратил внимание на отрицание, необходимо выделять их, используя курсив, жирный шрифт или подчеркивание.

### ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) Охарактеризуйте такие параметры теста как надежность и валидность.
- 2) Дайте определение понятию «Форма тестового задания».
- 3) Как классифицируются тестовые задания?
- 4) Опишите различные типы тестовых заданий.
- 5) Сколько всего существует типов тестовых заданий?

## 1.8 ПРИНЦИПЫ ФОРМУЛИРОВАНИЯ ЗАДАНИЙ С ВЫБОРОМ

Разработка заданий с выбором, несмотря на их кажущуюся простоту, является непростым делом. Более того, это настоящее искусство – создание удачного задания в тестовой форме [5, 69]. Созданию качественных заданий в тестовой форме способствует следование принципам их разработки.

В. Аванесов [5] выделяет две группы принципов формулирования заданий. Одна группа используется при подборе ответов к заданиям, другая – при разработке содержания заданий.

Подбор ответов к заданиям можно осуществлять на основе следующих принципов:

- 1) противоречивости;
- 2) противоположности;
- 3) однородности;
- 4) кумуляции;
- 5) сочетания;
- 6) градуирования;
- 7) удвоенного противопоставления.

Содержание заданий формулируется на основе следующих принципов:

- 8) фасетности;
- 9) импликации.

Приведенные принципы оказывают существенную помощь разработчику в создании качественных заданий в тестовой форме. Каждый из перечисленных принципов, будет рассмотрен далее на конкретных примерах.

О.Н. Фалалеева [51] предлагает другой метод оценивания, в котором вводятся три величины:  $X$  - "номер ответа",  $Y$  - "оценка ответа",  $Z$  - "номер тестового задания". Величины  $X$ ,  $Y$  представляют собой распределение оценок по ответам на  $Z$ -вое тестовое задание. На рис. 8 показано такое распределение для одного из заданий. Здесь по оси ординат отложены значения  $Y$ , а по оси абсцисс –  $X$ . Кружочки соответствуют «истинным оценкам», выставленным экспертами

в данной предметной области; треугольниками – оценки, выставленные испытуемым каждому ответу данного тестового задания.

Необходимо оценить эту совокупность (множество) оценок испытуемого.

Оценивание зависит от величины отклонения  $\Delta Y$  в плоскости  $XU$  (рис. 8).

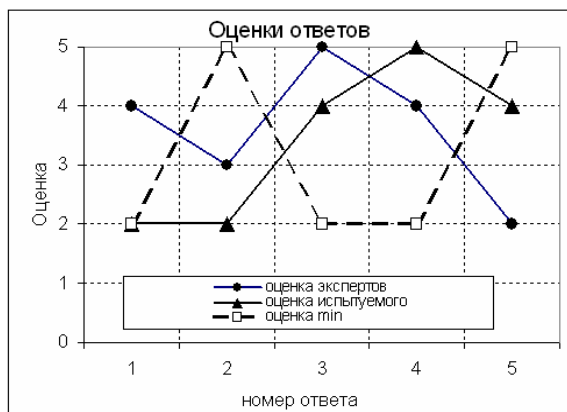


Рис. 8. Оценивание заданий с градуированными ответами

При нулевой разности всех ординат  $\Delta Y=0$  испытуемый получит наивысшую оценку «5». На практике, конечно, суммарная разность ординат вероятнее всего будет ненулевой. В этом случае необходимо вычислить относительную долю суммарного отклонения. Для этого необходимо знать максимально возможное отклонение. В качестве максимального отклонения оценки  $k$ -го ответа возьмем наибольшую из двух величин ( $a$  и  $b$ ) – расстояние между "истинным" ответом и максимальной или минимальной оценками. В частности,  $Y_{max} = \langle 5 \rangle$ ,  $Y_{min} = \langle 2 \rangle$ . Очевидно, что  $Y_{min} + a + b = Y_{max}$ . Нас интересует только сдвиг  $\Delta Y = a + b$ , поэтому абсолютные значения  $Y_{min}$  и  $Y_{max}$  не имеют значения. Суммарное отклонение для  $z$ -го задания будет равно

$$\Delta Y_z = \sum_{k=1}^K \Delta y_{zk}$$

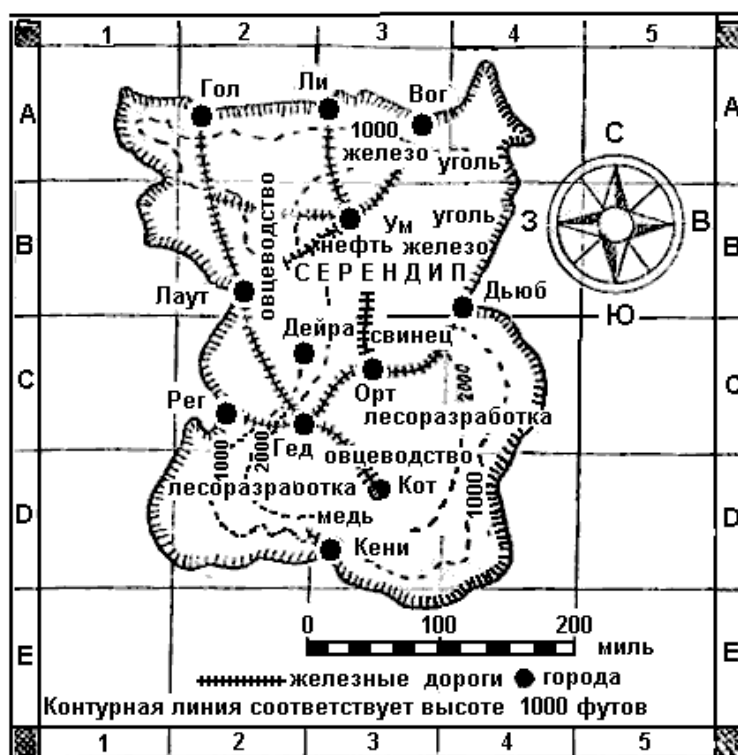
где  $k$  – номер ответа,  $K$  – количество ответов в данном тестовом задании.

В нашем примере  $K = 5$ . Теперь найдем  $\Delta Y_{max}$  – максимальное отклонение для данного тестового задания. Ясно, что эта величина будет различной для

разных тестовых заданий. Величина  $\Delta Y_{\max}$  будет складываться из максимальных отклонений для каждой оценки.

Таким образом, задания с градуированными ответами очень привлекательны. Они не подвержены эффекту угадывания, но создать ответы с четкими градациями нелегко. Процедура оценивания довольно громоздкая и требует обязательного использования вычислительной техники.

В заключение отметим большое значение невербальной информации в тестовых заданиях для проверки сложных умений и навыков, соответствующих высшим уровням таксономии Блума. В следующем примере в основную часть задания включена карта островного королевства «Серендип» [47].



Какой из следующих городов был бы лучшим местом для металлургического завода?

- |             |               |
|-------------|---------------|
| A - Ли (3A) | C - Кот (3D)  |
| B - Ум (3B) | D - Дьюб (4B) |

Испытуемый должен, используя карту острова, определить, где с наибольшей выгодой можно было бы построить металлургический завод. При этом во внимание надо принять большое количество факторов: расположение месторождений угля, железа и меди; наличие железных дорог; выходы к портам для отправки готовой продукции; рельеф местности; экологические требования и

т.д. При построении таких заданий следует очень тщательно прорабатывать основную часть задания с тем, чтобы выбор верного ответа был однозначным [29].

#### ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) Какие тестовые задания называются заданиями с выбором?
- 2) Какие принципы используются при подборе ответов к заданиям?
- 3) Какие принципы используются при разработке содержания основной части тестового задания?
- 4) Охарактеризуйте основные особенности тестовых заданий с градуированными ответами.
- 5) Какова роль невербальной информации в тестовом задании?

## ГЛАВА 2. КЛАССИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ТЕСТОВ

Теория тестов нужна как при разработке тестовых заданий, так и при интерпретации результатов тестирования. В настоящее время общепризнанными считаются две теории: классическая (Classical Theory of mental tests) и IRT (Item Response Theory).

Создателем классической теории тестов является известный британский психолог, автор факторного анализа, Чальз Эдвард Спирмен (Charles Edward Spearman), 1863 – 1945 г. [72].

Большой вклад в развитие классической теории тестов внес Льюис Гуттман (Louis Guttman, 1916 – 1987) [64].

Всесторонне и полно классическая теория тестов впервые изложена в фундаментальном труде Гарольда Гулликсена [62]. С тех пор теория несколько видоизменялась, в частности совершенствовался математический аппарат. Классическая теория тестов в современном изложении приведена в книге Crocker L., Aligna J. (1986 г.) [60]. Из отечественных исследователей впервые описание этой теории дал В. Аванесов (1989 г.) [1]. В работе М.Б. Челышковой [52] приведены сведения о статистическом обосновании качества теста.

### 2.1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ТЕСТОВ

Классическая теория тестов основывается на следующих пяти основных положениях.

1. Эмпирически полученный результат измерения ( $X$ ) представляет собой сумму истинного результата измерения ( $T$ ) и ошибки измерения ( $E$ ) [1]:

$$X = T + E \quad (1).$$

Величины  $T$  и  $E$  обычно неизвестны.

2. Истинный результат измерения можно выразить как математическое ожидание  $E(X)$ :

$$T = E(X).$$

3. Корреляция истинных и ошибочных компонентов по множеству испытуемых равна нулю, то есть  $\rho_{TE} = 0$ .

4. Ошибочные компоненты двух любых тестов не коррелируют:

$$\rho_{E1,E2} = 0.$$

5. Ошибочные компоненты одного теста не коррелируют с истинными компонентами любого другого теста:

$$\rho_{E1,T2} = 0.$$

## 2.2 ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ТЕСТЫ

Кроме этого, основу классической теории тестов составляют два определения – параллельных и эквивалентных тестов.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ тесты должны соответствовать положениям (1 – 5), истинные компоненты одного теста ( $T_1$ ) должны быть равны истинным компонентам другого теста ( $T_2$ ) в каждой выборке испытуемых, отвечающих на оба теста. Предполагается, что  $T_1=T_2$  и, кроме того, равны дисперсии  $s_1^2 = s_2^2$ .

Эквивалентные тесты должны соответствовать всем требованиям параллельных тестов за исключением одного: истинные компоненты одного теста не обязательно должны равняться истинным компонентам другого параллельного теста, но отличаться они должны на одну и ту же константу  $c$ .

Условие эквивалентности двух тестов записывается в следующем виде:

$$T_1 = T_2 + c_{12}.$$

где  $c_{12}$  – константа различий результатов первого и второго тестов.



На основе приведенных положений построена теория надежности тестов [62, 68].

Далее, примем в качестве исходного положения следующее утверждение

$$S_X^2 = S_T^2 + S_E^2 \quad (2).$$

то есть дисперсия полученных тестовых баллов равна сумме дисперсий истинных и ошибочных компонентов.

Перепишем это выражение в следующем виде:

$$\frac{S_T^2}{S_X^2} = 1 - \frac{S_E^2}{S_X^2} \quad (3).$$

Правая часть этого равенства представляет собой надежность теста ( $r$ ). Таким образом, надежность теста можно записать в виде:

$$r = 1 - \frac{S_E^2}{S_X^2} \quad (4).$$

На основе этой формулы в последующем были предложены различные выражения для нахождения коэффициента надежности теста. Надежность теста представляет собой его важнейшую характеристику. Если неизвестна надежность, то результаты тестирования невозможно интерпретировать. Надежность теста характеризует его точность как измерительного инструмента. Высокая надежность означает высокую повторяемость результатов тестирования в одинаковых условиях. Более детально вопросы надежности теста будут рассмотрены далее.

В классической теории тестов важнейшей проблемой является определение истинного тестового балла испытуемого (Т).

Эмпирический тестовый балл (X) зависит от многих условий – уровня трудности заданий, уровня подготовленности испытуемых, количества заданий, условий проведения тестирования и т.д. В группе сильных, хорошо подготовленных испытуемых результаты тестирования будут, как правило, лучше, чем в группе слабо подготовленных испытуемых. В этой связи остается открытым вопрос о величине меры трудности заданий на генеральной совокупности испытуемых.

Проблема заключается в том, что реальные эмпирические данные получают на вовсе не случайных выборках испытуемых. Как правило, это учебные группы, представляющие собой множество учащихся достаточно сильно взаимодействующих между собой в процессе учения и обучающихся в условиях, часто не повторяющихся для других групп.

Найдем  $s_E$  из уравнения (4):

$$s_E = s_X \sqrt{1 - r}$$

Здесь в явной форме показана зависимость точности измерения от величины стандартного отклонения  $s_X$  и от надежности теста  $r$ .

### 2.3 МАТРИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ

Выполнение статистической обработки результатов тестирования начинается с формирования так называемой матрицы тестовых результатов [1].

МАТРИЦА ТЕСТОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ  $a_{ij}$  – это матрица размерности  $N \times M$ , содержащая числовые обозначения градации индикатора, связанного с изучаемой латентной переменной, где  $M$  – число индикаторов,  $N$  – число испытуемых.

Эта матрица представляет собой таблицу, строки которой соответствуют испытуемым, а столбцы – индикаторным переменным. В случае тестирования учебных достижений индикаторными переменными являются тестовые задания. На пересечении строк и столбцов находится число, соответствующее ответу данного испытуемого на данное задание.

В политомическом случае ответ испытуемого характеризуется числами в некотором диапазоне, например от нуля до девяти. Допустим, 0 соответствует полному отсутствию знаний, а 9 – наличию полных знаний для данного тестового задания. Промежуточные варианты описываются числами в диапазоне от 0 до 9. Говоря «числа», мы имеем в виду, что числа, состоящие из цифр, в нашем случае это просто упорядоченное множество, каждый элемент которого обозначен некоторыми символами, например числами или цифрами, если количество элементов не более 10.

**ПРОФИЛЬ ИСПЫТУЕМОГО** – это последовательность значений индикатора в упорядоченной матрице тестовых результатов.

В дихотомическом случае ответы испытуемого характеризуется двумя символами (цифрами) – 0 и 1. Нулю соответствует неверный ответ, единице – верный ответ.

На практике чаще всего используется дихотомический случай, поэтому в дальнейшем мы будем рассматривать именно его.

**БИНАРНАЯ МАТРИЦА** – это матрица результатов тестирования для дихотомического случая.

Для дальнейшего анализа, нам потребуются значения  $X_i$  – индивидуального балла  $i$ -го испытуемого, количество верных ответов  $R_j$  на  $j$ -е задание, количество неверных ответов  $W_j$  на  $j$ -е задание, доля верных ответов  $p_j$  и доля неверных ответов  $q_j$ .

$$X_i = \sum_{j=1}^M a_{ij}$$

$$R_j = \sum_{i=1}^N a_{ij}$$

В нашем случае ( $M=8$ ) индивидуальный тестовый балл, например, для второго испытуемого ( $i=2$ ) равен:

№	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	1	0
2	1	1	0	1	1	1	0	1
3	1	1	1	1	1	1	0	0
4	1	1	0	1	1	0	1	0
5	1	1	1	0	1	0	0	0
6	1	1	1	0	0	0	0	0
7	0	1	1	0	0	0	0	0
8	0	0	1	1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	1	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0

$$X_2 = \sum_{j=1}^8 a_{2j} = a_{21} + a_{22} + a_{23} + \dots + a_{28} = 1 + 1 + 0 + 1 + 1 + 1 + 0 + 1 = 6$$

$$W_j = N - R_j.$$

В нашем случае ( $N=10$ ) для третьего задания ( $j=3$ ) получаем:

$$\begin{aligned} R_3 &= \sum_{i=1}^{10} a_{i3} = a_{13} + a_{23} + a_{33} + \dots + a_{93} + a_{103} = \\ &= 1 + 0 + 1 + 0 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0 + 0 = 6 \end{aligned}$$

$$W_3 = 10 - R_3 = 10 - 6 = 4.$$

Доля верных ответов  $p_j$  на  $j$ -е задание равна:

$$p_j = \frac{R_j}{N}.$$

Параметр  $p_j$  принято называть мерой трудности задания, хотя логично было бы называть его мерой легкости тестового задания.

Доля неверных ответов равна  $q_j = 1 - p_j$ .

Бинарная матрица имеет характерную особенность – почти все нули и единицы распределены относительно диагонали, идущей из левого нижнего угла в правый верхний.

Согласно Гуттману [64], это разграничение должно быть идеальным. Если испытуемый верно ответил на трудное задание, то он тем более должен справиться с более легкими заданиями. Это должно приводить к строгому разграничению единиц и нулей диагональю матрицы.

В действительности же это не совсем так. Например, в нашей бинарной матрице профиль испытуемого № 2 сильно отклоняется от правила Гуттмана. Этот испытуемый справился с самым трудным заданием № 8, но не справился с более легкими заданиями № 7 и № 3. Профиль испытуемого искажен. Если бы единицы и нули поменялись местами, то есть испытуемый верно ответил на трудные вопросы, но не справился с легкими, то говорят, у него *инвертированный* профиль.

Инвертированный профиль свидетельствует либо о неверной структуре знаний испытуемого, либо о нарушении процедуры тестирования (списывание, угадывание и т.д.), либо о недостатках тестовых заданий (по форме и (или) по содержанию).

## ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) Назовите создателей классической теории тестов.
- 2) Приведите основные положения классической теории тестов.
- 3) Какие тесты называются параллельными?
- 4) Как формулируется условие параллельности тестов?
- 5) Что характеризует надежность теста?
- 6) Что называется матрицей результатов тестирования?
- 7) Что называется профилем испытуемого?
- 8) Что называется бинарной матрицей?
- 9) Что называется мерой трудности тестового задания?
- 10) Как выглядит бинарная матрица в приближении Гуттмана?
- 11) Как выглядит бинарная матрица в приближении Раша?
- 12) Что называется инвертированным профилем испытуемого?

## 2.4 НАДЕЖНОСТЬ ТЕСТА

Важнейшей характеристикой теста является его надежность, определяющая воспроизводимость результатов тестирования, их точность. Допустим, у нас есть гипотетическая группа испытуемых, которые немедленно забывают содержание теста по его завершении. Тогда в случае надежного теста, повторяя тестирование многократно, мы должны получать одни и те же индивидуальные баллы. Для малонадежного теста результаты будут меняться каждый раз. Теория надежности тестов позволяет определить надежность теста [62, 68].

Определение надежности теста необходимо выполнять на специально подобранной выборке испытуемых, репрезентативно представляющей всю генеральную совокупность. Выборка должна быть достаточно большой – 200 – 300 человек. Чем больше выборка, тем точнее определяется надежность теста.

Для вычисления надежности теста нужны результаты двух испытаний, которые организуются следующими способами:

1-й способ – тестирование с помощью двух параллельных тестов (parallel-form reliability);

2-й способ – повторное тестирование с помощью одного и того же теста (test-retest reliability);

3-й способ – расщепление теста (split-half method).

Первый способ, пожалуй, самый лучший с точки зрения расчета надежности. Основной проблемой здесь является разработка параллельных тестов. Крайне сложно создать тесты параллельные и по содержанию и по результатам.

Второй способ технически гораздо проще, однако здесь появляются новые факторы.

Во-первых, первое тестирование изменяет уровень подготовленности испытуемых. Это может произойти по разным причинам, в частности, запоминание заданий теста. Поэтому повторное тестирование необходимо проводить спустя некоторый интервал времени. Этот интервал должен быть как можно больше.

Во-вторых, к моменту повторного тестирования изменяются внешние условия – другая социальная среда, другие взаимодействия с членами микро-социальной группы, другое время года и т.д. Кроме того, изменились и сами испытуемые, изменился их уровень знаний как специальных, так общекультурных. В результате повторное тестирование проводится в иных условиях и иной группе испытуемых. В этой связи желательно временной интервал между тестированиями выбирать как можно короче. Мы получили взаимоисключающие требования к интервалу повтора тестирования, следовательно, здесь придется идти на компромисс. Можно рекомендовать интервал в один месяц, хотя подобные рекомендации должны подтверждаться экспериментально.

Надо осознавать, что повторное тестирование в силу указанных причин в принципе не позволяет получить параллельные результаты даже для идеального теста с надежностью, равной единице.

Третий способ очень прост. На основании всего лишь одного тестирования мы можем оценить надежность теста. Полученные результаты тем или иным способом делятся на две группы. Например, в первую входят результаты по четным заданиям, во вторую – результаты по нечетным заданиям. Затем вычисляется коэффициент корреляции между этими группами. Недостаток этого способа обусловлен неидентичностью этих групп.

В качестве примера проанализируем надежность четырех гипотетических тестов, выполненных на одной и той же выборке испытуемых (таблица 2).

Испытуемых – 7 человек. Каждый тест проводился два раза, индивидуальные баллы испытуемых приведены в столбцах  $X_1$  и  $X_2$ .

В последней строке приведены значения надежности теста (коэффициента корреляции Пирсона для совокупностей  $X_1$  и  $X_2$ ).

Тест 1. Индивидуальные баллы полностью совпадают. Надежность теста  $r_i=1$ . Это идеальный случай, на практике не достижим.



Тест 2. Индивидуальные баллы различные, но наблюдается некоторое согласие. Большим и малым значениям  $X_1$  приблизительно соответствуют большие и малые значения  $X_2$ . Тест обладает довольно высокой надежностью  $r_t=0,884$ .

Таблица 2. Индивидуальные баллы по четырем тестам.

	Тест 1		Тест 2		Тест 3		Тест 4	
ФИО	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$
1	80	80	80	70	80	70	80	20
2	70	70	70	80	70	20	70	30
3	60	60	60	60	60	40	60	40
4	50	50	50	50	50	80	50	20
5	40	40	40	20	40	20	40	35
6	30	30	30	30	30	45	30	45
7	20	20	20	30	20	50	20	80

	$r_t$	1,00
--	-------	------

	$r_t$	0,884
--	-------	-------

	$r_t$	0,101
--	-------	-------

	$r_t$	-0,769
--	-------	--------

Тест 3. Между результатами обоих тестирований отсутствует какая-либо связь. Надежность теста низкая ( $r_t=0,101$ ), тест непригоден к использованию.

Тест 4. Между результатами обоих тестирований есть довольно сильная, но отрицательная корреляция ( $r_t= -0,769$ ). Такой тест также нельзя использовать.

Тест можно использовать, если его коэффициент надежности не менее +0,7.

Приведем формулу для расчета коэффициента надежности при двукратном тестировании (параллельном или повторном):

$$r_t = \frac{N \sum_{i=1}^N X_i Y_i - \left( \sum_{i=1}^N X_i \right) \cdot \left( \sum_{i=1}^N Y_i \right)}{\sqrt{\left( N \sum_{i=1}^N X_i^2 - \left( \sum_{i=1}^N X_i \right)^2 \right) \cdot \left( N \sum_{i=1}^N Y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^N Y_i \right)^2 \right)}} \quad (5).$$

$X_i$  и  $Y_i$  – индивидуальные баллы  $i$ -го испытуемого в первом и во втором тестированиях;  $N$  – количество испытуемых;

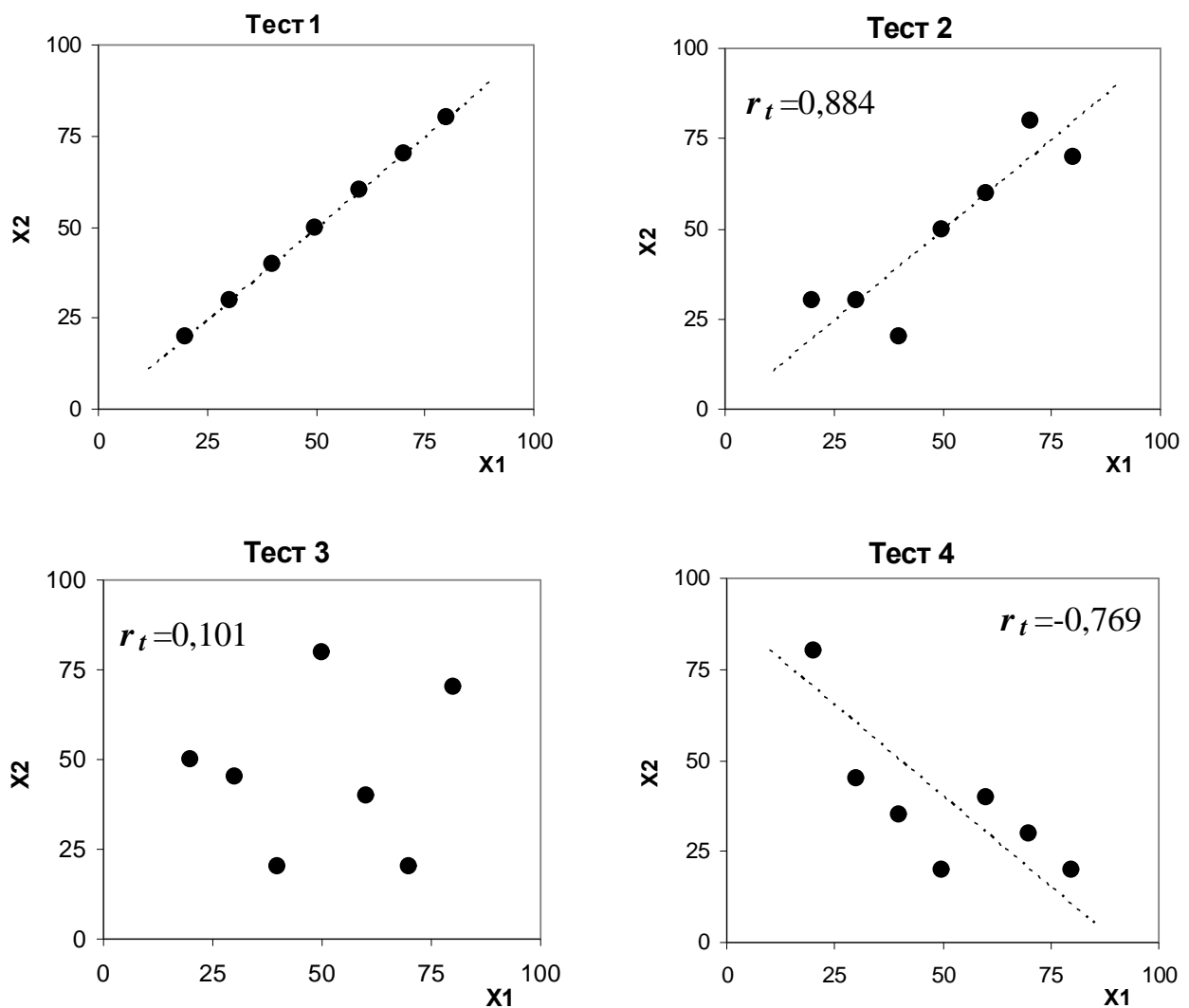


Рис. 9. Графическая интерпретация надежности теста

На рис. 9 приведена графическая интерпретация полученных коэффициентов надежности всех четырех тестов.

Приведем еще одну формулу, позволяющую рассчитать надежность теста по вариации тестового задания  $p_j q_j$ .

Эта формула носит название KR-20 (F.Kuder & M.Richardson) [67] – по имени ее создателей, число 20 – это номер формулы.

$$r_t = \frac{M}{M-1} \left( 1 - \frac{\sum_{j=1}^M p_j q_j}{s_X^2} \right) \quad (6),$$

где  $M$  – количество заданий,  $s_X^2$  – дисперсия индивидуальных баллов.

Вычисления надежности по различным формулам дают примерно одинаковые результаты.

## ОЦЕНКА ДОВЕРИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА

Надежность теста определяет ошибку измерения индивидуального балла

$$s_E = s_X \sqrt{1 - r_t}$$

испытуемого, что позволяет найти стандартную ошибку измерения.

Как видим, вопросу определения надежности теста необходимо уделять самое пристальное внимание. Созданный на скорую руку «тест» таковым не является. Это всего лишь совокупность заданий. В лучшем случае это совокупность *заданий в тестовой форме*. Только статистическая проверка теста позволяет превратить его в *систему тестовых заданий*. Только указание его *надежности* позволяет адекватно трактовать результаты тестирования.

## 2.5 ВАЛИДНОСТЬ ТЕСТА

Высокая надежность теста – это необходимое, но недостаточное условие получения высококачественного теста. Тест еще должен быть валидным. Валидность – это важнейшая характеристика теста, без указания которой его нельзя считать измерительным инструментом.

Анализируя сложную ситуацию с валидностью педагогических тестов, Е. Михайлычев [32] отмечает, что педагогу, заинтересовавшемуся валидностью, трудно будет разобраться в том, что же это такое.

Ниже мы приведем несколько определений валидности теста.

**ВАЛИДНОСТЬ** означает пригодность тестовых результатов для той цели, ради чего проводилось тестирование (В. Аванесов) [2].

**ВАЛИДНОСТЬ** - это характеристика способности теста служить поставленной цели измерения (М. Чельшкова) [52].

**ВАЛИДНОСТЬ** - определяет, насколько тест отражает то, что он должен оценивать (А. Майоров) [30].

Приведенные определения в целом перекликаются и являются практически равноценными. Мы несколько уточним определение, сделав акцент на цель тестирования. Тестирование как измерительная процедура дает информацию, на основе которой в дальнейшем должно быть принято то или иное управленческое решение. Обоснованность этих решений зачастую сильно влияющих на судьбу испытуемых, определяется надежностью и валидностью теста.

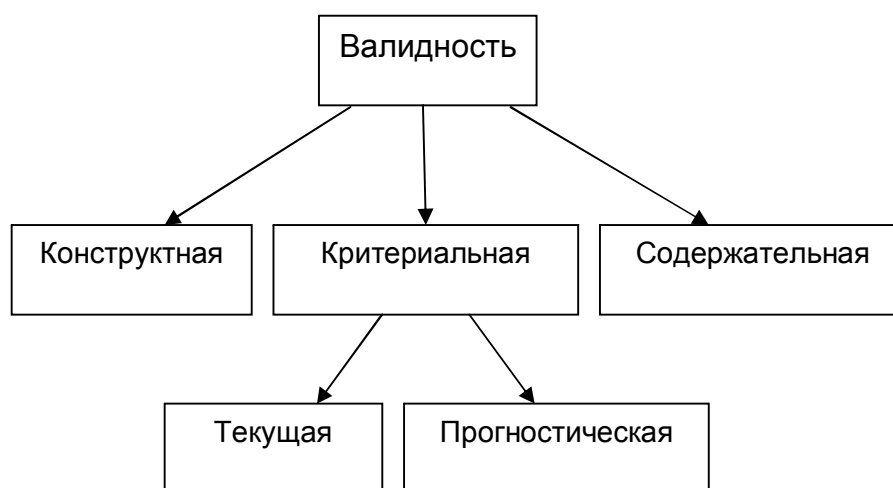
**ВАЛИДНОСТЬ** – это характеристика теста, отражающая его способность получать результаты, соответствующие поставленной цели, и обосновывающая адекватность принимаемых решений.

После создания теста начинается процесс его валидизации. Приведем определение:

**ВАЛИДИЗАЦИЯ** – процесс накопления подтверждений для доказательства валидности теста [40].

По нашему мнению ВАЛИДИЗАЦИЯ – это не столько сбор доказательств валидности теста, сколько процесс выполнения действий, повышающих его валидность. Вследствие этого будет расти и доказательная база валидности теста.

Выделяют три вида валидности – *содержательную, критериальную и конструктивную* [6]. А. Майоров приводит следующую диаграмму видов валидности [30]:



**КОНСТРУКТИВНАЯ ВАЛИДНОСТЬ** (концептуальная валидность) определяется в случаях, когда представление об измеряемом свойстве существует в форме абстрактного образа, модели. Для объяснения определенных качеств личности создается концептуальная модель, которая с помощью тестов подтверждается или опровергается.

**КРИТЕРИАЛЬНАЯ ВАЛИДНОСТЬ** (эмпирическая валидность) предполагает наличие внешнего критерия, корреляция с которым определяет валидность теста.

Имеется два вида критериальной валидности – текущая и прогностическая.

Текущая критериальная валидность (concurrent validity) характеризует способность теста измерять некоторые качества личности. Валидность теста подтверждается корреляцией с некоторым внешним критерием, существующим в данное время. Допустим, тест показал для некоторого испытуемого отличные знания по предмету, а школьные отметки, выставленные учителем, – неудовлетворительные. Если мы в качестве внешнего, независимого и достоверного критерия выберем школьные отметки, то критериальная валидность теста – низкая, даже если он имеет высокую надежность.

**ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ КРИТЕРИАЛЬНАЯ ВАЛИДНОСТЬ** (predictive validity) характеризует способность теста предсказывать будущие качества, формирующихся в результате воздействия внешних обстоятельств или целенаправленной собственной деятельности. Этот тип валидности характеризует корреляцию результатов тестирования с внешним критерием, который появится в будущем.

**СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ВАЛИДНОСТЬ** (content validity) характеризует тест по степени его соответствия предметной области.

Согласно А. Анастаси, содержательная валидность означает систематическую проверку содержания теста, с тем чтобы установить, соответствует ли оно репрезентативной выборке измеряемой области поведения. Такая процедура валидации обычно применяется для тестов достижений [6].

Для обеспечения содержательной валидности необходим детальный анализ учебных программ, на основании чего составляется спецификация теста. Спецификация содержит перечень учебных тем, их важность, количество и тип тестовых заданий. Оценка содержательной валидности выполняется экспертом в данной предметной области.

Согласно П. Клайну [26], содержательная валидность определяется следующим образом:

- 1) указать категорию лиц, для которой предназначен тест;
- 2) составить список знаний, умений, навыков, подлежащих тестированию;

3) выполнить внешнюю экспертизу полученного списка на предмет его полноты и обоснованности;

4) на основе списка составить перечень заданий;

5) выполнить внешнюю экспертизу полученных заданий;

6) после проверки преобразовать их в задания в тестовой форме. В дальнейшем на этой основе создать тестовые задания, образующие тест, который будет содержательно валидным.

Проблема валидизации педагогического теста является, видимо, самой сложной в процедуре создания высококачественного измерительного инструмента.

#### ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1) Какой параметр теста характеризует воспроизводимость его результатов?

2) Как определяется надежность теста?

3) Как можно вычислить надежность теста при двукратном тестировании?

4) Охарактеризуйте возможные варианты графической интерпретации надежности теста.

5) Приведите формулу KR-20.

6) Как определяется доверительный интервал при вычислении надежности теста?

7) Что называется валидностью теста?

8) Какова взаимосвязь надежности и валидности теста?

9) Что называется конструктивной валидностью теста?

10) Что называется критериальной валидностью теста?

11) Что называется содержательной валидностью теста?

12) Охарактеризуйте основные виды валидности теста.

## ГЛАВА 3. ITEM RESPONSE THEORY В ТЕСТИРОВАНИИ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ

Классическая теория тестирования, несмотря на хорошо разработанный математический аппарат, прозрачность и ясность получаемых выводов, имеет принципиальные недостатки. В частности, тестовые баллы испытуемых зависят от трудности заданий в тесте, а трудность задания зависит от выборки испытуемых. Большим недостатком классической теории является нелинейность тестовых баллов испытуемых.

За рубежом уже несколько десятилетий развивается современная теория тестирования – Item Response Theory (IRT), являющаяся частью более общей теории латентно-структурного анализа. Отдельно следует указать теорию Георга Раша (G. Rasch) [70] – Rasch measurement, которую иногда называют однопараметрической (теорией) IRT.

На русский язык название Item Response Theory переводится различным образом. Ю. Нейман и В. Хлебников [37] предлагают называть ее «Теория моделирования и параметризации педагогических тестов» (ТМППТ). В. Аванесов [4] – «Математико-статистическая теория оценки латентных параметров заданий теста и уровня подготовленности испытуемых». Поскольку в отечественной литературе общепринятого названия пока нет, мы будем называть ее без перевода – IRT.

### 3.1 ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА IRT

Перечислим преимущества IRT перед классической теорией тестов [31]:

- 1) IRT (особенно это относится к модели Раша) превращает измерения, выполненные в дихотомических и порядковых шкалах, в линейные измерения, в результате качественные данные анализируются с помощью количественных методов;
- 2) мера измерения параметров модели Раша является линейной, что позволяет использовать широкий спектр статистических процедур для анализа результатов измерений;



3) оценка трудности тестовых заданий не зависит от выборки испытуемых, на которых она была получена;

4) оценка уровня подготовленности испытуемых не зависит от используемого набора тестовых заданий;

5) неполнота данных (пропуск некоторых комбинаций испытуемый – тестовое задание) не является критичным.

Полный перечень преимуществ модели Раша приведен в работе [73].

Сформулируем несколько определений, необходимых для изложения дальнейшего материала.

**ЛАТЕНТНЫЙ ПАРАМЕТР** – это свойство личности, недоступное для прямого наблюдения.

Латентными параметрами являются, например, чувство патриотизма, толерантность, уровень знаний и т. п. О величине латентного параметра можно судить по ее индикатору (индикаторной переменной). Главное достоинство индикатора – его доступность для прямого наблюдения. Измеряя значение индикатора, мы можем судить о значении латентного параметра, с которым он связан. Например, индикатором может являться тестовое задание. Значением индикатора является числовое (символьное) выражение реакции испытуемого, на это тестовое задание. По этому индикатору мы можем судить об уровне знаний, соответствующих данному тестовому заданию.

**ИНДИКАТОР** – это некоторое средство воздействия (вопрос, тестовое задание), связанный с определенным латентным параметром, реакция на который доступна для непосредственного наблюдения.

Допустим, нас интересует латентный параметр «Уровень знаний по физике». Для этого мы создаем **КОНСТРУКТ** – систему индикаторов, позволяющих оценить латентный параметр. В нашем примере конструктом является тест по физике, а индикаторами – тестовые задания.

## ОСНОВНЫЕ ДОПУЩЕНИЯ IRT

1) существуют латентные (скрытые) параметры личности, недоступные для непосредственного наблюдения. В тестировании – это уровень подготовленность испытуемого и уровень трудности задания;

2) существуют индикаторные переменные, связанные с латентными параметрами, доступные для непосредственного наблюдения. По значениям индикаторных переменных можно судить о значениях латентных параметров;

3) оцениваемый латентный параметр должен быть одномерным. Это означает, что, например тест, должен измерять знания только в одной, четко заданной, предметной области. Если условие одномерности не выполняется, то необходимо переработать тест, удалив задания, нарушающие его гомогенность.

Существуют и другие допущения, носящие специальный характер и связанные с математико-статистическим аппаратом IRT для обработки эмпирических данных [52].

ОСНОВНОЙ ЗАДАЧЕЙ IRT является переход от индикаторных переменных к латентным параметрам.

В IRT устанавливается связь между двумя множествами значений латентных параметров. Первое множество составляют значения латентного параметра, определяющего уровень подготовленности испытуемых  $\theta_i$ , где  $i$  – номер испытуемого, изменяющийся в интервале от 1 до  $N$  ( $N$  – количество испытуемых). Второе множество составляют значения латентного параметра, характеризующего трудность  $j$ -го задания  $\beta_j$ . Индекс  $j$  меняется в пределах от 1 до  $M$ , где  $M$  – количество заданий в тесте.

Георг Раш предположил, что уровень подготовленности испытуемого  $\theta_i$  и уровень трудности задания  $\beta_j$  размещены на одной шкале и измеряются в одних и тех же единицах – логитах. Аргументом функции успеха испытуемого является разность  $\theta_i - \beta_j$ .

Если эта разность положительна и велика, то соответственно высока вероятность достижения успеха  $i$ -го испытуемого в  $j$ -м задании. Если же эта раз-

ность отрицательна и велика по модулю, то вероятность достижения успеха  $i$ -го испытуемого в  $j$ -м задании будет низкой. В этом принципиальное различие подходов Гуттмана и Раша. По Гуттману, в первом случае вероятность успеха в точности равна единице, а во втором – нулю. В отличие от Гуттмана Раш оперирует вероятностями, а не детерминированными константами.

### 3.2 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИРТ

В качестве математической модели, связывающей успех испытуемого с уровнем его подготовленности и трудностью задания, выбирается логистическая функция. Для модели Раша она имеет вид

$$P_j(\theta) = \frac{e^{1,7(\theta - \beta_j)}}{1 + e^{1,7(\theta - \beta_j)}} \quad (7)$$

$$P_i(\beta) = \frac{e^{1,7(\theta_i - \beta)}}{1 + e^{1,7(\theta_i - \beta)}} \quad (8).$$

Масштабный множитель 1,7 используется для совместимости модели G. Rasch с моделью A. Fergusson, где вероятность правильного ответа на задание выражена интегралом нормального распределения (9), что позволяет использовать вместо логистических кривых хорошо изученную интегральную функцию нормированного нормального распределения [33]:

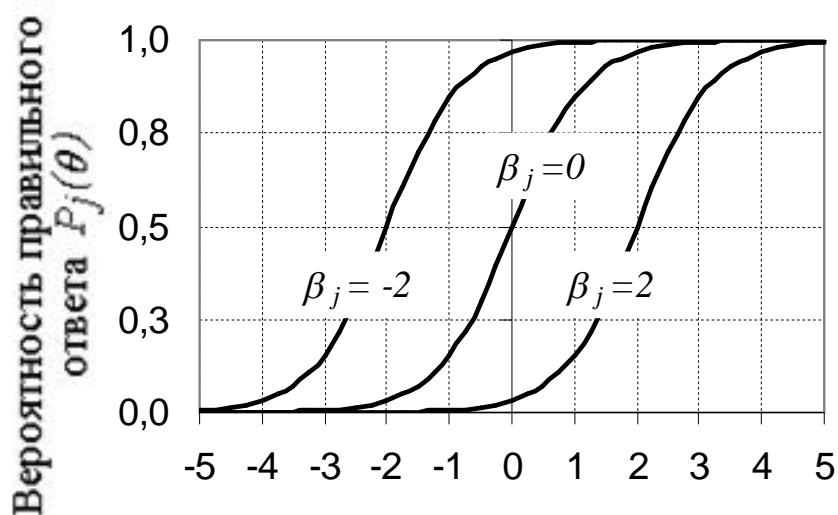
$$P_j(\theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\theta - \beta_j} e^{-\frac{1}{2}x^2} dx \quad (9).$$

Модель Раша носит название «1 Parametric Logistic Latent Trait Model» (1PL), а модель A. Fergusson - «1 Parametric Normal Ogive Model» (1PN). Поскольку модель Раша описывает вероятность успеха испытуемого как функцию

одного параметра ( $\theta_i - \beta_j$ ), то иногда ее называют однопараметрической моделью IRT.

Взаимодействие двух множеств  $\theta_i$  и  $\beta_j$  образует данные, обладающие свойством «совместной аддитивности» (conjoint additivity). Правильное использование модели Раша позволяет отделить оценки испытуемых от оценок трудности заданий и наоборот. Это свойство Rasch Measurement носит название separability parameter estimates [71] – «независимость оценок заданий от испытуемых и оценок испытуемых от параметров заданий».

На рис. 10. показаны три характеристические кривые согласно уравнению (7) с трудностями заданий -2, 0 и +2 логита (первое – самое легкое, второе – среднее, третье самое трудное). Из приведенных зависимостей видно, что чем выше уровень подготовленности  $\theta$  испытуемого, тем выше вероятность успеха в том или ином задании. Например, для испытуемого с  $\theta = 0$  вероятность правильно ответить на первое задание близка к единице, на второе – равна 1/2 и на третье почти равна нулю. Отметим, что в точках, где  $\theta = \beta$ , вероятность пра-



Уровень подготовленности (*ability*)  $\theta$ , логит

Рис. 10. Характеристические кривые заданий (ICC) в модели (1PL)

вильного ответа равна 0,5. То есть, если трудность задания равна уровню подготовленности (*ability*) испытуемого, то он с равной вероятностью может спра-

виться или не справиться с этим заданием.

Характеристические (логистические) кривые для заданий теста в англоязычной литературе называются *Item Characteristic Curve* (ICC).

На рис. 11. показаны три характеристические кривые испытуемых согласно уравнению (8) – «Person Characteristic Curve» (PCC). Показаны графики для трех испытуемых с уровнем подготовленности -2 логита (самый слабый), 0 логитов (средний) и +2 логита (сильный испытуемый).

Из приведенных зависимостей видно, что чем выше уровень подготовленности, тем выше вероятность правильного ответа на задание. Например, задание с трудностью  $\beta=0$  первый испытуемый ( $\theta = -2$ ) практически не сможет выполнить, второй ( $\theta=0$ ) имеет вероятность выполнения задания равную 0,5, третий ( $\theta = +2$ ) легко справится с заданием, так как для него вероятность успеха почти равна единице.

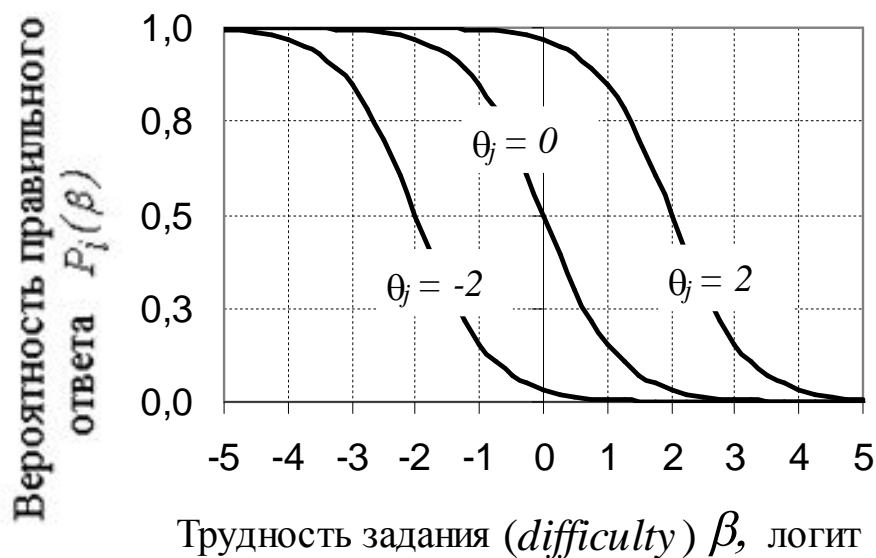


Рис. 11. Характеристические кривые испытуемых (PCC) в модели 1PL.

### 3.3 ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БИРНБАУМА

Как видно из приведенных зависимостей, крутизна характеристических кривых в области  $P_j=0,5$  одинакова, то есть дифференцирующая способность является константой. Для дихотомической модели эта константа равна 0,25.

Если тест содержит задания с различной дифференцирующей способностью, то однопараметрическая модель 1PL не может описать такие эмпирические данные. Для преодоления этой трудности А. Бирнбаум [56] ввел еще один параметр -  $a$  (item discrimination parameter).

$$P_j(\theta) = \frac{e^{1,7a_j(\theta - \beta_j)}}{1 + e^{1,7a_j(\theta - \beta_j)}} \quad (10),$$

$$P_i(\beta) = \frac{e^{1,7a_j(\theta_i - \beta)}}{1 + e^{1,7a_j(\theta_i - \beta)}} \quad (11).$$

Параметр  $a_j$  определяет наклон (крутизну) характеристической кривой  $j$ -го заданий. Примеры характеристических кривых показаны на рис. 12. Видно, что чем больше  $a_j$  тем круче идет кривая, тем выше дифференцирующая способность задания.

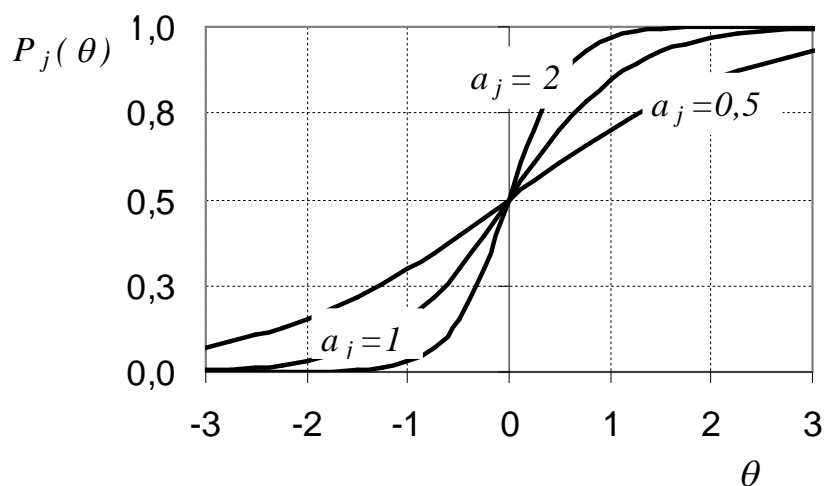


Рис. 12. ICC в двухпараметрической модели 2PL

Для еще лучшего соответствия эмпирическим данным А. Бирнбаум ввел третий параметр  $c$  – параметр угадывания. В. Аванесов отмечает, что F. Lord

$$P_j(\theta) = c_j + (1 - c_j) \frac{e^{1,7a_j(\theta - \beta_j)}}{1 + e^{1,7a_j(\theta - \beta_j)}} \quad (12),$$

$$P_i(\beta) = c_j + (1 - c_j) \frac{e^{1,7a_j(\theta_i - \beta)}}{1 + e^{1,7a_j(\theta_i - \beta)}} \quad (13).$$

называл  $c_j$  параметром псевдоугадывания. Это указывает на то, что в величину  $c_j$  дают вклад и другие факторы, помимо угадывания.

Из уравнений (11) и (12) видно, что при  $c_j = 0$  и  $a_j = 1$  эти уравнения переходят в однопараметрическую модель. По этой причине иногда говорят, что модель Раша является частным случаем двух- и трехпараметрической моделей Бирнбаума. Формально это так, но по существу это неверно. К обсуждению этой проблемы мы вернемся далее.

На рис. 13 приведены примеры характеристических кривых для трех заданий с трудностью  $\beta = 1$ , дискриминационным параметром  $a_j = 1$  и различными параметрами угадывания  $c_j = 0$ ,  $c_j = 0,25$ ,  $c_j = 0,5$ .

Из приведенных графиков видно, что наличие параметра угадывания

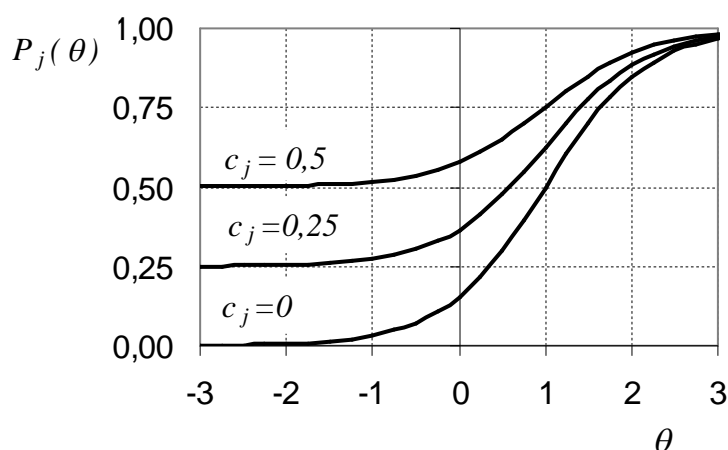


Рис. 13. ИСС в трехпараметрической модели 3PL,  $a_j=1$ ,  $\beta_j=1$ .

приводит к пропорциональному смещению ИСС вверх на величину  $c_j$ .

В качестве теоретической оценки  $c_j$  можно использовать обратную величину от количества ответов в заданиях с выбором. Например, в тесте используются задания с четырьмя ответами, тогда  $c_j = 1/4 = 0,25$ . Это значение должно уточняться при анализе эмпирических данных.

### 3.4 МОДЕЛЬ RASCH MEASUREMENT

Обсудим вопрос о степени пригодности моделей IRT для целей измерения латентных параметров.

Характерной особенностью модели Раша является то, что характеристические кривые (ИСС) не пересекаются (рис. 10). Это означает, что если некоторое задание «А» легче задания «Б», то это соотношение сохраняется во всем интервале изменения  $\theta$ .

Совершенно иная картина наблюдается для двух- и трехпараметрической моделей. На рис. 12 это хорошо видно. Задание с  $a_j = 0,5$  в области положительных значений  $\theta$  является самым трудным из представленных трех заданий, то есть вероятность правильного ответа на это задание самая низкая. В области же отрицательных значений  $\theta$  это же задание теперь уже самое легкое – вероятность правильного ответа на него наибольшая. Получается, что для слабых учащихся это самое легкое задание, а для сильных учащихся – самое трудное.

Аналогичная картина наблюдается и для трехпараметрической модели. На рис. 13 показан редкий случай непересекающихся характеристических кривых, так как для них выбраны одинаковые параметры  $\beta_j=1$  и  $a_j=1$ , то есть все три задания имеют одинаковую трудность и одинаковый параметр дифференцирующей способности.

На рис. 14 приведен другой пример.



Здесь у задания с параметром  $c_j=0$  изменена трудность  $\beta_j=-1$ , что немедленно вызвало пересечение характеристических кривых. Задание с  $c_j=0$  в области  $\theta < -2$  является самым трудным. В области  $-1,5 < \theta < -1$  это задание легче задания с  $c_j=0,25$  и труднее задания с  $c_j=0,5$ . В области  $\theta > -1$  задание с  $c_j=0$  является самым легким.

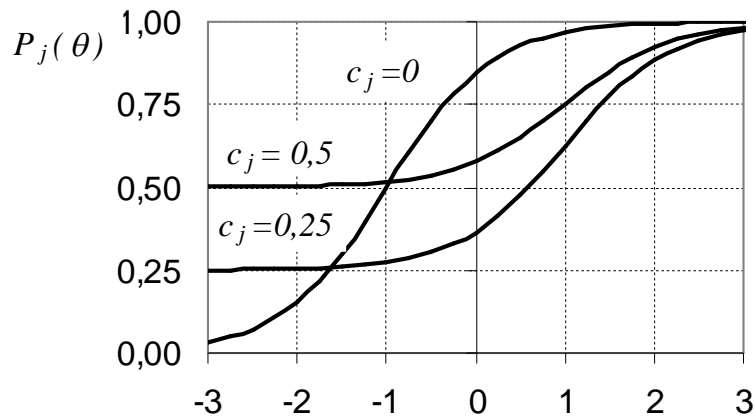


Рис. 14. Пересекающиеся ИСС в трехпараметрической модели.

Подобное пересечение ИСС практически всегда происходит для двух- и трехпараметрической моделей.

Таким образом, только однопараметрическая модель Раша соответствует требованиям, предъявляемым к качественному измерительному инструментарию. Именно модель RASCH MEASUREMENT больше всего пригодна для построения теста как измерительного инструмента.

#### ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) Опишите основные преимущества IRT.
- 2) Что называется латентным параметром испытуемого?
- 3) Что называется индикатором латентного параметра?
- 4) Опишите основные допущения IRT.
- 5) Что принимается в качестве математической модели IRT?
- 6) Охарактеризуйте двухпараметрическую модель Бирнбаума.
- 7) Охарактеризуйте модель Rasch Measurement.
- 8) Что такое Item Characteristic Curve?

### 3.5 ВЫЧИСЛЕНИЕ $\theta_j$ и $\beta_j$ ИЗ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Рассмотрим процедуру вычисления  $\theta_i$  и  $\beta_j$  из эмпирических данных. Дальнейшие расчеты выполним, следуя М. Чельшковой [52].

Сначала необходимо вычислить доли верных  $p_i$  и неверных  $q_{i=1} - p_i$  ответов испытуемых.

$$p_i = \frac{X_i}{M},$$

где  $X_i$  – индивидуальный балл испытуемого,  $M$  – количество заданий в тесте.

Например, для 2-го испытуемого имеем

$$p_2 = \frac{6}{8} = 0,75.$$

$$q_2 = 1 - p_2 = 1 - 0,75 = 0,25.$$

Далее вычисляем начальные значения уровня подготовленности испытуемых по формуле

$$\theta_i^0 = \ln \frac{p_i}{q_i}.$$

$$\theta_2^0 = \ln \frac{0,75}{0,25} = 1,099.$$

Для 2-го испытуемого имеем

Аналогичные расчеты выполняются для всех десяти испытуемых и заносятся в таблицу 3.

Далее вычисляем начальное значение трудности заданий  $\beta_j$ .

Здесь  $j$  пробегает значения от 1 до  $M$ , где  $M$  – количество испытуемых. В

$$\beta_j^0 = \ln \frac{q_j}{p_j} \qquad \beta_2^0 = \ln \frac{q_2}{p_2} = \ln \frac{0,3}{0,7} = -0,847.$$

качестве примера рассчитаем начальное значение трудности 2-го задания. Величины  $p_j$  и  $q_j$  рассчитаны нами ранее.

Таблица 3. Начальные значения уровня подготовленности испытуемых

$i$	$X_i$	$p_i$	$q_i$	$\theta_i^0$	$(\theta_i^0)^2$
1	7	0,875	0,125	1,946	3,786
2	6	0,750	0,250	1,099	1,207
3	6	0,750	0,250	1,099	1,207
4	6	0,750	0,250	1,099	1,207
5	4	0,500	0,500	0,000	0
6	3	0,375	0,625	-0,511	0,261
7	2	0,250	0,750	-1,099	1,207
8	2	0,250	0,750	-1,099	1,207
9	1	0,125	0,875	-1,946	3,786
10	1	0,125	0,875	-1,946	3,786
				$\sum (\theta_i^0)^2 =$	17,655

Расчеты для всех восьми заданий сведены в таблицу 4.

Таблица 4. Начальные значения трудности заданий

$j$	$R_j$	$p_i$	$q_i$	$\beta_j^0$	$(\beta_j^0)^2$
1	7	0,700	0,300	-0,847	0,718
2	7	0,700	0,300	-0,847	0,718
3	6	0,600	0,400	-0,405	0,164
4	5	0,500	0,500	0,000	0
5	5	0,500	0,500	0,000	0
6	4	0,400	0,600	0,405	0,164
7	2	0,200	0,800	1,386	1,922

8	1	0,100	0,900	2,197	4,828
				$\sum (\beta_j^0)^2 =$	8,514

$$\bar{\theta} = \frac{\sum_{i=1}^N \theta_i^0}{N} = \frac{1,946 + 1,099 + 1,099 + 1,099 + 0 - 0,511 - 1,099 - 1,099 - 1,946 - 1,946}{10} = -0,136$$

$$\bar{\beta} = \frac{\sum_{j=1}^M \beta_j^0}{M} = \frac{-0,847 - 0,847 - 0,405 + 0 + 0 + 0,405 + 1,386 + 2,197}{8} = +0,236$$

Теперь мы можем вычислить средние значения уровня подготовленности испытуемых и трудности заданий.

В таблицах 3. и 4 мы имеем значения параметров на разных интервальных шкалах. Нам надо свести их в единую шкалу стандартных оценок. Для этого необходимо вычислить дисперсии  $S_\theta$  и  $S_\beta$ , используя данные из таблиц 3 и 4.

$$S_\theta = \frac{\sum_{i=1}^N (\theta_i^0)^2 - N(\bar{\theta})^2}{N-1} = \frac{17,655 - 10 \cdot (-0,136)^2}{10-1} = 1,941$$

$$S_\beta = \frac{\sum_{j=1}^M (\beta_j^0)^2 - M(\bar{\beta})^2}{M-1} = \frac{8,514 - 8 \cdot (0,236)^2}{8-1} = 1,153.$$

Далее вычисляем угловые коэффициенты

$$\begin{aligned} \theta_i &= a_\theta \theta_i^0 + \bar{\beta}, \\ \beta_j &= a_\beta \beta_j^0 + \bar{\theta}, \end{aligned}$$

$$\bar{\theta} = \frac{\sum_{i=1}^N \theta_i^0}{N} = \frac{1,946 + 1,099 + 1,099 + 1,099 + 0 - 0,511 - 1,099 - 1,099 - 1,946 - 1,946}{10} = -0,136$$

$$\bar{\beta} = \frac{\sum_{j=1}^M \beta_j^0}{M} = \frac{-0,847 - 0,847 - 0,405 + 0 + 0 + 0,405 + 1,386 + 2,197}{8} = +0,236.$$

Наконец, мы можем записать оценки параметров  $\theta$  и  $\beta$  на единой интервальной шкале [7].

Для нашего примера получим

$$a_{\theta} = \sqrt{\frac{1+S_{\beta}/2,89}{1-S_{\theta}S_{\beta}/8,35}} = \sqrt{\frac{1+1,153/2,89}{1-1,941 \cdot 1,153/8,35}} = 1,911$$

$$a_{\beta} = \sqrt{\frac{1+S_{\theta}/2,89}{1-S_{\theta}S_{\beta}/8,35}} = \sqrt{\frac{1+1,941/2,89}{1-1,941 \cdot 1,153/8,35}} = 2,284$$

$$\theta_i = 1,911 \cdot \theta_i^0 + 0,236$$

$$\beta_j = 2,284 \cdot \beta_j^0 - 0,136$$

Все результаты сведены в таблицы 5 и 6 (второй столбец).

Из таблицы 6. следует, что

$$\Sigma_{\beta} = \sum_{j=1}^N \beta_j = +3,226.$$

То есть, заданий с положительными  $\beta_j$  больше, чем с отрицательными.

Данный тест не сбалансированный, он содержит больше трудных заданий, чем легких.

Рекомендуется стремиться к тому, чтобы  $\Sigma_{\beta}$  было близко к нулю.

Нам осталось вычислить стандартные ошибки измерения  $S_E(\theta_i)$  и  $S_E(\beta_j)$

для  $\theta_i$  и  $\beta_j$

$$S_E(\theta_i) = \frac{a_{\theta}}{\sqrt{p_i(M - X_i)}} = \frac{a_{\theta}}{\sqrt{Mp_i(1 - p_i)}} = \frac{a_{\theta}}{\sqrt{Mp_i q_i}}$$

$$S_E(\beta_j) = \frac{a_{\beta}}{\sqrt{p_j(N - R_j)}} = \frac{a_{\beta}}{\sqrt{Np_j(1 - p_j)}} = \frac{a_{\beta}}{\sqrt{Np_j q_j}}$$

Например, для первого испытуемого получим

$$S_E(\theta_1) = \frac{1,911}{\sqrt{8 \cdot 0,875 \cdot 0,125}} = 2,043$$

Для первого задания стандартная ошибка равна

$$S_E(\beta_1) = \frac{2,284}{\sqrt{10 \cdot 0,7 \cdot 0,3}} = 1,576.$$

Вычисленные значения стандартных ошибок приведены в таблицах 5 и 6 (третий столбец).

Таблица 5. Расчетные параметры для уровня подготовленности испытуемых

$i$	$\theta_i$	$S_E(\theta_i)$	$\theta_i'$
1	3,955	2,043	2,436
2	2,335	1,560	1,365
3	2,335	1,560	1,365
4	2,335	1,560	0,523
5	0,236	1,351	-0,157
6	-0,740	1,396	-0,781
7	-1,863	1,560	-1,431
8	-1,863	1,560	-1,431
9	-3,483	2,043	-2,217
10	-3,483	2,043	-2,217

Таблица 6. Расчетные параметры для трудности заданий теста

$j$	$\beta_j$	$S_E(\beta_j)$	$\beta_j'$
1	-2,071	1,576	-1,545
2	-2,071	1,576	-1,669
3	-1,062	1,474	-0,603
4	-0,136	1,445	-0,502
5	-0,136	1,445	-0,256
6	0,790	1,474	0,102
7	3,030	1,806	1,854
8	4,882	2,408	2,620

### 3.6 ИНФОРМАЦИОННАЯ ФУНКЦИЯ

Согласно А. Бирнбауму [56], количество информации, обеспеченное  $j$ -м заданием теста в данной точке  $\theta_i$  – это величина, обратно пропорциональная

$$I_j(\theta) = \frac{(p_j'(\theta))^2}{P_j(\theta) \cdot Q_j(\theta)}$$

стандартной ошибке измерения данного значения  $\theta_i$  с помощью  $j$ -го задания. Для описания информации, соответствующей заданию, вводится информационная функция  $I(\theta)$ . [56, 65].

$$I_j(\theta) = \frac{(P_j'(\theta))^2}{P_j(\theta) \cdot Q_j(\theta)}$$

Для однопараметрической модели  $P_j' = 1,7P_jQ_j$ , тогда

$I_j(\theta) = 2,89P_j(\theta)Q_j(\theta)$ , где  $Q_j(\theta) = 1 - P_j(\theta)$  – вероятность неверного ответа на  $j$ -е задание. Поскольку

$$Q_j(\theta) = \frac{1}{(1 + e^{1,7(\theta - \beta_j)})}$$

то выражение для информационной функции перепишем в следующем виде

$$I_j(\theta) = 2,89 \frac{e^{1,7(\theta - \beta_j)}}{(1 + e^{1,7(\theta - \beta_j)})^2} \quad (14)$$

Для двухпараметрической модели:

$$I_j(\theta) = 2,89a_j^2 P_j(\theta)Q_j(\theta).$$

В трехпараметрической модели информационная функция имеет вид

$$I_j(\theta) = \frac{2,89a_j^2(1 - c_j)}{(c_j + e^{1,7a_j(\theta - \beta_j)})(1 + e^{-1,7a_j(\theta - \beta_j)})}$$

Отметим, что численный коэффициент 2,89 появился из-за наличия масштабного множителя 1,7. Если считать его равным единице, то, например, для однопараметрической модели получим (F. Baker)  $I_j(\theta) = P_j(\theta)Q_j(\theta)$ . В этом случае максимальное значение информационной функции равно 0,25.

Построим информационную функцию для однопараметрической модели, используя выражение (14).

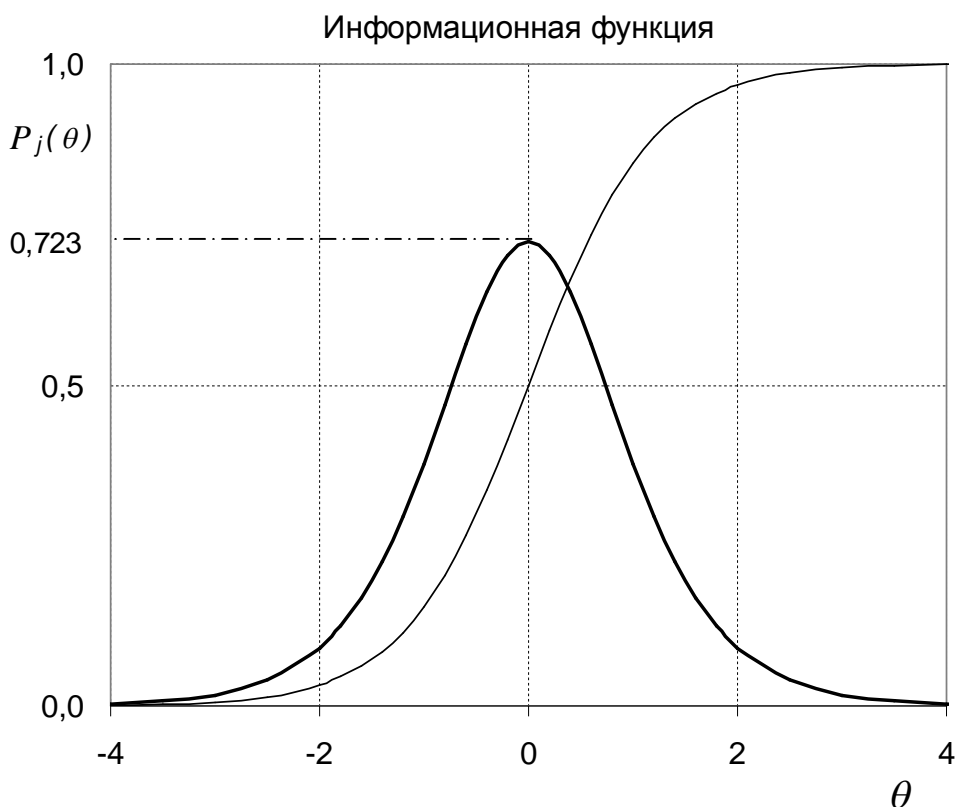


Рис. 15. Информационная функция задания с нулевой трудностью

На рис. 15. показана характеристическая кривая задания с уровнем трудности  $\beta=0$  и информационная функция для этого задания.

Видно, что максимум информационной функции достигается при таком значении  $\theta$ , когда имеет место перегиб характеристической кривой задания, то есть вероятность выполнения задания равна 0,5.

Таким образом, задание наиболее информативно, когда его трудность примерно равна уровню подготовленности испытуемого.

Информационные функции обладают свойством аддитивности

$$I(\theta) = \sum_{j=1}^N I_j(\theta)$$

Это означает, что можно построить информационную функцию всего теста. На рис. 16. приведен пример теста из трех заданий с трудностями -1



(график № 1), 0 (график № 2) и +1 (график № 3). Для этих трех информационных функций тестовых заданий построена информационная функция всего теста (график №4).

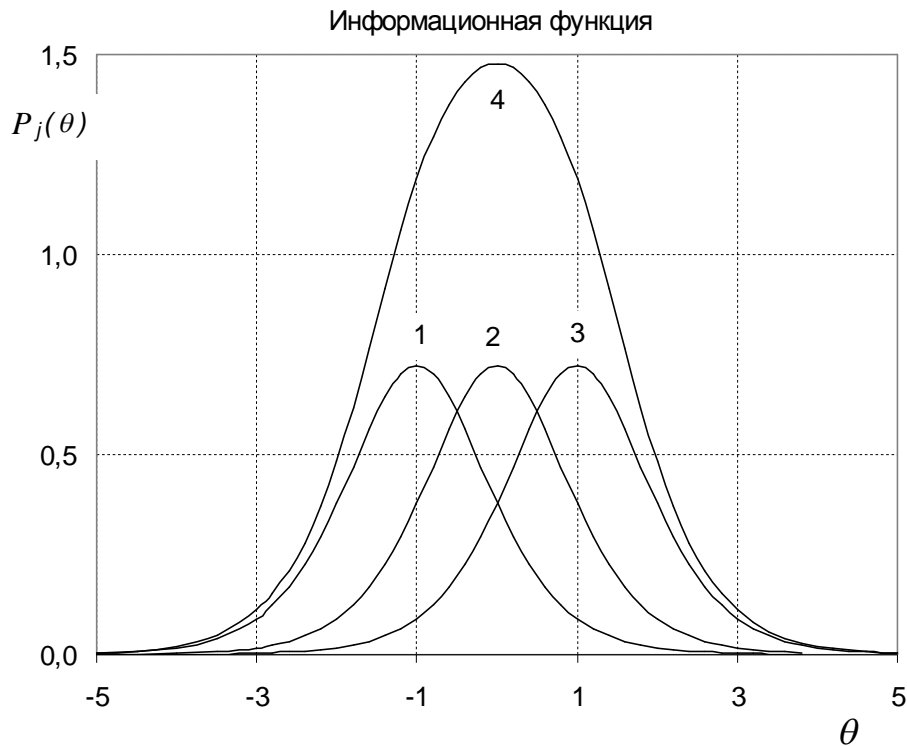


Рис. 16. Информационная функция «хорошего» теста.

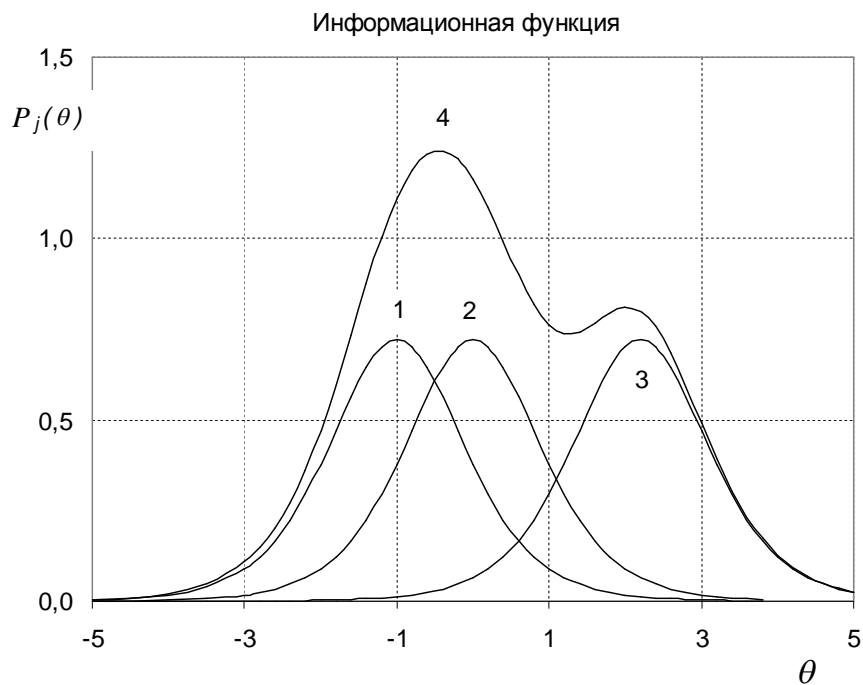


Рис. 17. Информационная функция «плохого» теста.

Информационная функция теста должна иметь один четко выраженный

максимум (рис. 16). Если это не так, то тест нуждается в доработке, в него необходимо добавить задания с трудностями, соответствующими областями провала информационной функции теста.

На рис. 17. приведены информационные функции заданий с трудностями -1 (график № 1), 0 (график № 2) и 2,2 (график № 3). Для теста, состоящего из этих трех заданий, информационная функция (график № 4) имеет два максимума. Этот тест явно нуждается еще в заданиях с трудностями в области +1 логит. Улучшения информационной функции теста можно добиться и не изменяя числа заданий в нем. Для этого необходимо сдвинуть задание № 3 влево, то есть уменьшить его трудность.

Характер информационной функции для двух- и трехпараметрической моделей в целом сохраняется.

#### ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) Опишите процедуру вычисления  $\theta_i$  и  $\beta_j$  из эмпирических данных.
- 2) Что называется информационной функцией?
- 3) Каковы характерные особенности информационной функции для тестового задания с нулевой трудностью?
- 4) Охарактеризуйте основные особенности информационной функции для «хорошего» и «плохого» теста.
- 5) Если информационная функция имеет несколько максимумов, то о чем это свидетельствует?
- 6) Как влияют трудности заданий на общую информационную функцию теста?

### 3.7 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ RASCH MEASUREMENT

В данном параграфе основное внимание уделено вопросам корректности интерпретации результатов педагогического тестирования, проводимого на основе модели Г. Раша. Анализ результатов обычно проводится на основе классической теории тестов или на основе Item Response Theory.

После выполнения работ по созданию теста и сбора данных на репрезентативной выборке испытуемых производится интерпретация результатов. Этот этап принципиально отличается от технологии, принятой скажем, в экспериментальной физике. Там экспериментальные данные пытаются описывать с помощью той или иной теории. Если теоретическая зависимость между исследуемыми величинами не соответствует наблюдаемой в эксперименте, то делается вывод, что теория недостаточно развита и требует дальнейшей разработки. В теории педагогических измерений может применяться иной подход. Если в физике законы природы не зависят от исследователя, то тесты в немалой степени зависят от его воли. Это принципиально важный момент.

IRT в настоящий момент является общепризнанной теорией. В качестве латентных параметров модели выступают как характеристики тестируемых, так и самого теста. Ю. Нейман и В. Хлебников [37] делают вывод, что «...уникальность моделей семейства Г. Раша состоит в том, что они задают определенный механизм преобразования формальных наблюдений за исходом событий в объективные измерения на метрической шкале латентных стимулов этих событий». Это очень важно, так как недостаточно глубокое осознание этого факта может приводить к тому, что положения педагогических измерений могут критически восприниматься специалистами в области точных наук.

Итак, при анализе результатов тестирования нам необходимо проверить соответствие эмпирических данных модели Раша.

Согласно Ф. Бейкеру [57], для этого всех  $N$  тестируемых, выполняющих  $M$  заданий теста распределяют по шкале  $\theta$  (ability) по своим диапазонам уровня подготовленности. Испытуемые делятся на  $J$  групп вдоль шкалы  $\theta$  так, чтобы

все тестируемые внутри данной группы имели одинаковый уровень подготовленности  $\theta_j$ . Всего внутри группы с номером  $j$  окажутся  $m_j$  тестируемых, где  $j$  принимает значения из интервала  $j = 1, 2, 3, \dots, J$ .

В пределах каждой группы  $r_j$  тестируемых отвечают правильно на данное задание теста. Таким образом, для уровня подготовленности (уровня знаний), равного  $\theta_j$ , вероятность правильного ответа на данное задание равна

$$p(\theta_j) = \frac{r_j}{m_j}$$

Величина  $p(\theta_j)$  является экспериментальным значением вероятности правильного ответа на данное задание. На рисунке 18 показаны данные из работы Ф. Бейкера [57].

На следующем этапе проверяется, насколько хорошо эмпирические данные описываются IRT-моделью. Результат сравнения показан на рисунке 19.

Из рисунка 19 видно, что наблюдается хорошее согласие эмпирических данных с IRT. В целом задача разработчика тестов состоит в том, чтобы разработать такие тестовые задания и так осуществить процедуру тестирования, чтобы получить результаты, аналогичные тем, что показаны на рисунке 19.

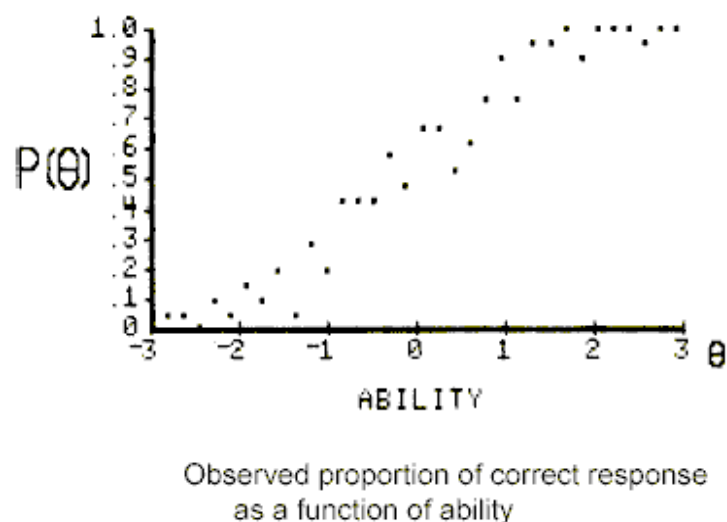


Рис. 18. Наблюдаемая зависимость  $P(\theta)$  [57]

Проанализируем результаты тестирования учащихся средних общеобразовательных учреждений по теме «Механика» учебной дисциплины «Физика». Нормативно-ориентированный тест содержал 30 заданий закрытого типа заданной специфической формы.

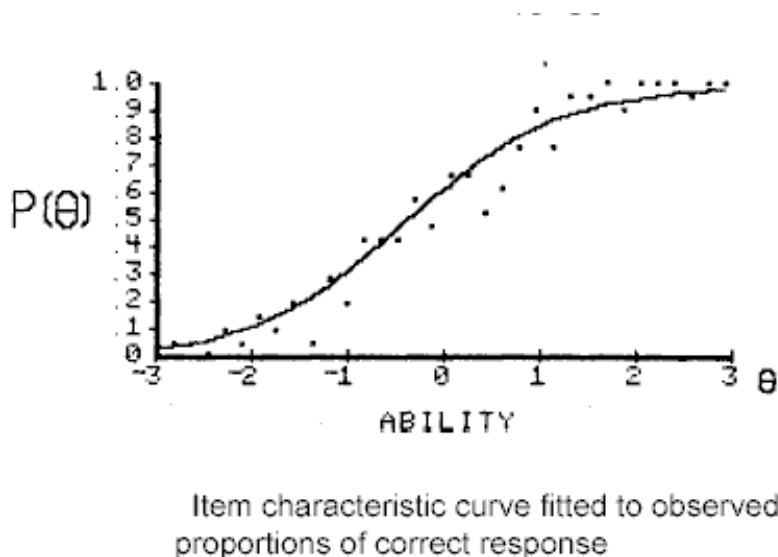


Рис. 19. Характеристическая кривая ICC [57]

Всего было протестировано 60 испытуемых, т.е. использовалась бинарная матрица размером 30x60. После упорядочения матрицы по строкам и столбцам по стандартной процедуре были рассчитаны логистические кривые по модели Раша. Для этого использовалась методика, подробно описанная в предыдущих параграфах.

Для модели 1PL вероятность успеха в  $j$ -м задании равна

$$P_j = \frac{1}{1 + e^{-d(\theta - \beta_j)}},$$

где  $d$  – фактор шкалирования, равный 1,702.

На рисунке 20 приведены результаты расчетов для всех 30 заданий теста. Экспериментальные значения  $P_j$ , полученные по методике [57], приведены на рисунках 21 – 24. Экспериментальные данные показаны выборочно для четырех заданий различного уровня трудности – 3, 8, 20, 30 задания.

По результатам тестирования сразу можно получить матрицу, анализи-

рую которую можно избежать тест от некоторых неподходящих заданий [1].

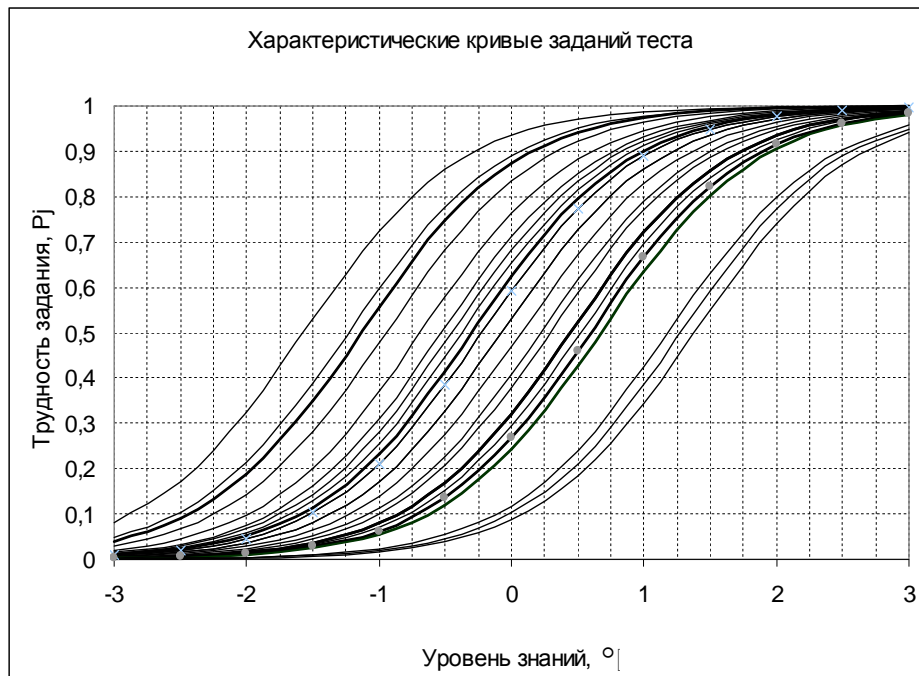


Рис. 20. Характеристические кривые (ICC) для 30-ти заданий.

Дальнейшие расчеты возможны в трех вариантах:

- Однопараметрическая логистическая модель (1PL), или модель Раша [70];
- Двухпараметрическая логистическая модель (2PL) Бирнбаума;
- Трехпараметрическая логистическая модель (3PL) Бирнбаума.

Как известно, модели 2PL и 3PL предлагались для лучшего согласования теории с наблюдаемыми эмпирическими данными. Если считать, что согласования следует добиваться не видоизменением теории, а получением других эмпирических данных, то следует принять модель Раша.

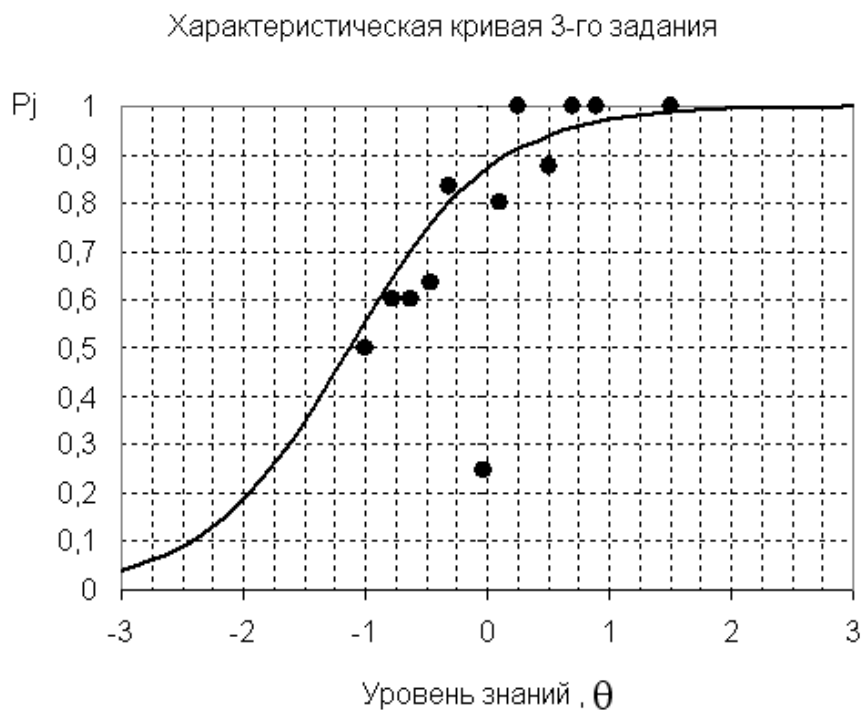


Рис. 21. Характеристическая кривая 3-го задания

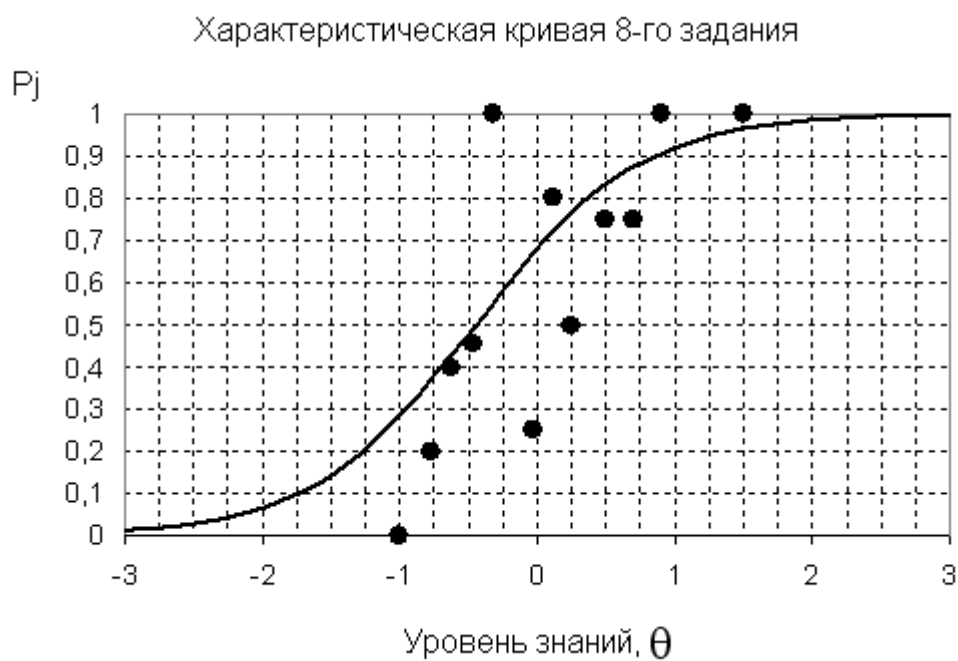


Рис. 22. Характеристическая кривая 8-го задания

Иными словами, если экспериментальные данные не соответствуют модели Г. Раша, то необходимо переработать тестовые задания и повторно провести эксперимент, добиваясь лучшего согласия с теорией, как указывалось выше.

Следуя такой парадигме, в данной работе все построения проводились по модели Г. Раша.

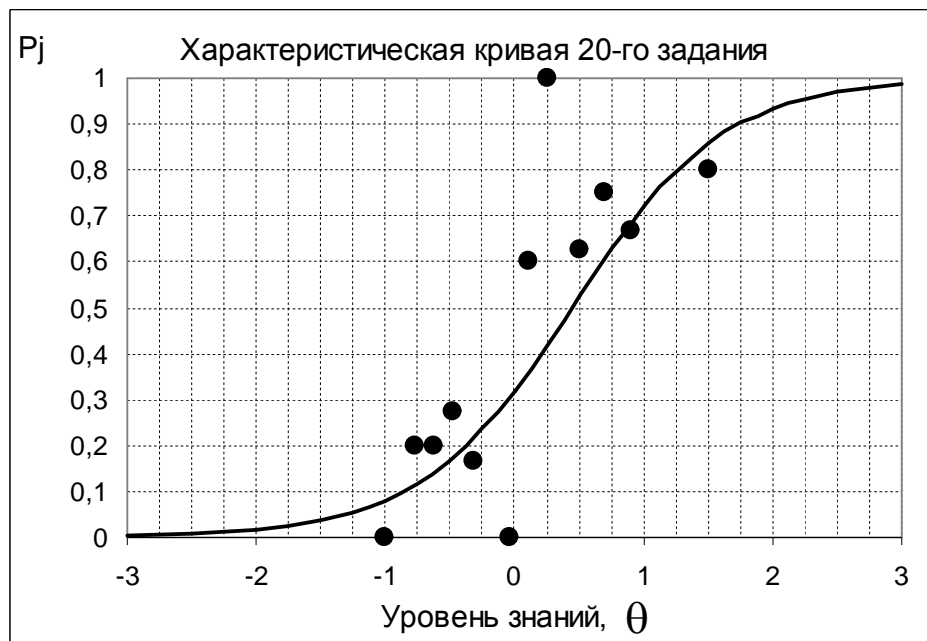


Рис. 23. Характеристическая кривая 20-го задания

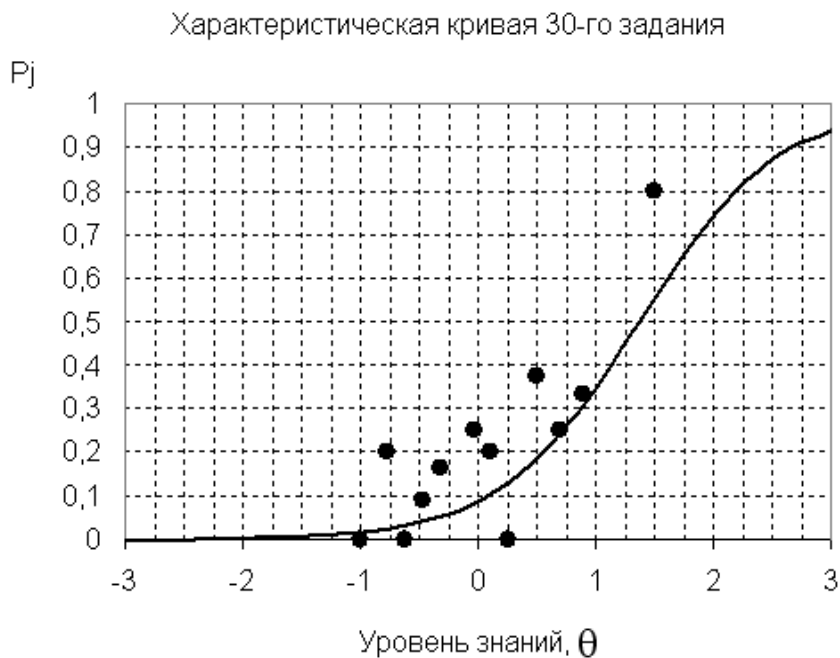


Рис. 24. Характеристическая кривая 30-го задания



Из рисунка 20 видно, что задания теста по шкале уровня знаний  $\theta$  перекрывают диапазон примерно от  $-3,5$  до  $+3,5$  логитов. Графики показаны последовательно, слева направо от 1-го (самого легкого) до 30-го, самого трудного задания.

Характеристические кривые некоторых заданий, а именно 3 и 4; 10 и 11; 13, 14 и 15; 19, 20 и 21; 23 и 24; 25, 26 и 27, перекрываются. В связи с этим 4, 11, 14, 15, 19, 21, 24, 26, 27 задания могут быть удалены из теста без ущерба его измерительным свойствам.

На семействе характеристических (логистических) кривых тестовых заданий отчетливо наблюдается явная недостаточность отдельных заданий. Наличие «провалов» в монотонной последовательности характеристических кривых указывает на необходимость дополнительной оптимизации теста путем добавления новых тестовых заданий или переработки имеющихся. Переработкой тестовых заданий необходимо добиться появления добавочных характеристических кривых в интервале от  $-1,5$  до  $-0,5$  и от  $+0,7$  до  $+1,2$  логита (на уровне  $P_j = 0,5$ ).

Экспериментальные данные для  $P_j$  имеют примерно одинаковое согласие с моделью Раша, которое можно считать удовлетворительным.

При анализе вся совокупность тестируемых разбивалась на 12 групп ( $J=12$ ).

Экспериментальные точки для характеристической кривой 3-го задания группируются в области от  $-1$  до  $+1$  логита для  $P_j$  от  $0,5$  до  $1,0$ . Это относительно легкое задание и экспериментальные точки приблизительно соответствуют верхнему участку характеристической кривой. Задания 8 и 20 находятся примерно в средней области тестовых заданий (рисунок 20) и соответствуют заданиям средней сложности. Экспериментальные точки в этом случае группируются вблизи линейной области характеристических кривых  $P_8$  и  $P_{20}$

Задание № 30 самое трудное и экспериментальные точки в основном сосредоточены вблизи нижнего загиба характеристической кривой  $P_{30}$ .

Для проверки гипотезы  $H_0$  на соответствие полученных эмпирических данных одномерной модели IRT для всех заданий теста проводилось вычисление критерия  $\chi^2$  согласно [57]

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^J m_j \frac{(p(\theta_j) - P(\theta_j))^2}{P(\theta_j)Q(\theta_j)}.$$

Расчетное значение критерия  $\chi^2$  оказалось в пределах от 7 до 15 для различных заданий теста.

Таким образом, несмотря на довольно заметный разброс данных, что вероятнее всего обусловлено недостаточной репрезентативностью выборки (60 испытуемых), все же можно констатировать более или менее удовлетворительное согласие экспериментальных результатов с одномерной моделью IRT.

### 3.8. RUMM. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ

При разработке тестовых заданий важно оценить их качество, что делается в рамках той или иной модели. Анализ тестовых заданий на основе теории G. Rasch [20, 22] удобно проводить с использованием программного средства RUMM (Rasch Unidimensional Measurement Model), разработанного под руководством профессора D. Andrich [54]. Программное средство RUMM успешно используется для оценки качества тестовых заданий во многих странах мира.

Для однопараметрической модели измерения (1PL) вероятность успеха  $i$ -го испытуемого в  $j$ -м задании равна

$$P_{ij} = \frac{1}{1 + e^{-d(\theta_i - \beta_j)}},$$

где  $d$  – коэффициент шкалирования, равный 1,702.

$\theta_i$  (ability) – степень подготовленности испытуемого

Исходный набор содержал задания по физике с выбором одного правильного ответа из четырёх, предлагавшихся на выбор.

Все испытуемые были распределены по шкале  $\theta$  по своим диапазонам

уровня подготовленности. Испытуемые были поделены на  $K$  групп (классов интервалов) вдоль шкалы  $\theta$  так, чтобы все тестируемые внутри данной группы имели одинаковый уровень подготовленности  $\theta_k$ . Всего внутри группы с номером  $k$  окажутся  $m_k$  тестируемых, где  $k$  принимает значения из интервала  $k = 1, 2, 3, \dots, K$ .

При расчетах в первый классовый интервал данных были включены 13 испытуемых, во второй – 12 и в третий – 15 испытуемых. Точки, соответствующие этим интервалам, имеют значения  $\theta$ , равные соответственно 0,636; 2,751 и 3,638.

Далее приведены рисунки с изображениями характеристических кривых некоторых заданий – Item Characteristics Curves (ICC). Для каждой группы приведены примеры ICC для двух заданий.

На рис. 25 приведены примеры ICC, иллюстрирующие смысл некоторых параметров, характеризующих ICC. На рис. 26 приведена одна из ICC для заданий анализируемого теста.

Для оценки степени соответствия данных модели Раша в RUMM2020 используется распределение хи-квадрат ( $\chi^2$  probability). Чем ближе значения этого распределения к единице, тем лучше соответствие данных модели. Соответственно, чем ближе к нулю, тем хуже соответствие задания модели измерения по теории Раша.

Для каждой кривой приведены следующие параметры, которые рассмотрим на примере ICC-53 (рис. 26). Описание основных свойств параметров приведено в работе А. Маслака.

Ниже следует это описание с нашими дополнениями.

I0053 - код (идентификатор) тестового задания;

Descriptor for item 53 – заголовок (название) тестового задания 53. Вообще-то, при редактировании вводимых данных в RUMM можно использовать в качестве названия произвольный текст. В данном случае выбрано значение по умолчанию.

$Loc_{pn} = 0,902$  – трудность тестового задания в логитах.

На рис. 18 в качестве примера показаны три характеристические кривые ICC1, ICC2, ICC3 для некоторых заданий со значениями  $Loc_{pn}$  (Location), равными -1,82; -0,42; +1,90. Для каждой кривой  $Loc_{pn}$  – это значение Person location, при котором вероятность правильного ответа на данное задание равно 0,5.

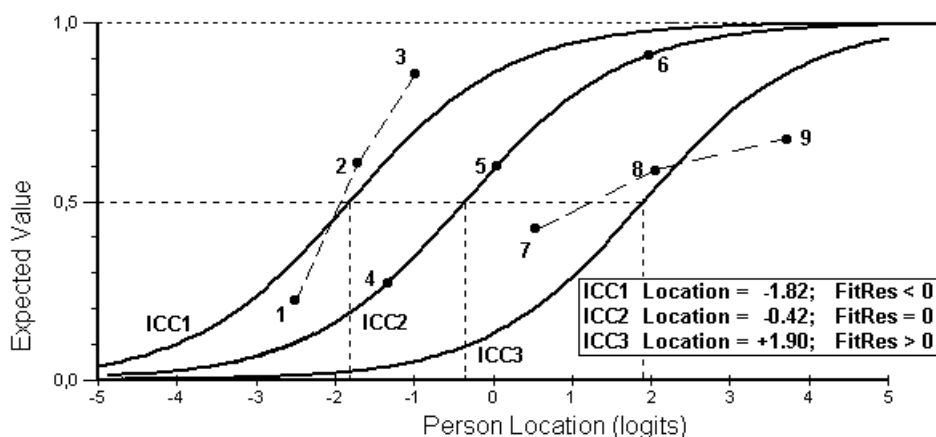


Рис. 25. Пример характеристических кривых трех заданий

$FitRes = -0,358$  – суммарное отклонение ответов испытуемых на данное задание от ожидаемых на основе модели Раша. Если параметр  $FitRes = 0$ , то мы имеем совпадение ответов испытуемых с моделью Раша.

Большие по абсолютной величине значения  $FitRes$  свидетельствуют о расхождении экспериментальных данных с моделью Раша. Схематически это показано на рис. 25, где в качестве примера показаны характеристические кривые, имеющие различные значения параметра  $FitRes$ .

Для характеристической кривой ICC1 экспериментальным точкам 1, 2 и 3 соответствует отрицательное значение параметра  $FitRes$ . Здесь мы имеем дело со сверхдифференцирующей способностью тестового задания. Эти экспериментальные данные плохо соответствуют модели Раша. Необходимо дополнительно проверить значение параметра  $\chi^2_{probability}$ . Если оно менее чем 0,05, то задание следует исключить из теста.

Для кривой ICC2 (точки 4, 5 и 6) параметр  $FitRes=0$ , что свидетельствует

о соответствии экспериментальных данных модели Раша.

Для кривой ICC3 (точки 7, 8 и 9) параметр  $\text{FitRes} > 0$ , что свидетельствует о плохом соответствии модели Раша. Это тестовое задание со слабой дифференцирующей способностью. Для решения вопроса об исключении задания из теста необходимо, как и в случае ICC1, проверить значение  $\chi^2_{\text{probability}}$ .

$\text{ChiSq}[\text{Pr}] = 0,872$  – мера соответствия данных модели Раша на основе проверки эмпирического и теоретического значений распределения хи-квадрат ( $\chi^2_{\text{probability}}$ ). Если  $\text{ChiSq}[\text{Pr}]$  меньше критического значения 0.05, то задание следует исключить из теста.

$\text{Slope} = 0,25$  – наклон ICC в точке перегиба ( $\theta_j = \beta_j$ ). Этот параметр характеризует теоретическую дифференцирующую способность задания – способность тестового задания различать испытуемых по уровню их знаний. В дихотомическом случае наклон всех ICC одинаков, что хорошо видно на рис. 25.

Как отмечалось выше, параметр  $\chi^2_{\text{probability}}$  позволяет судить о степени соответствия экспериментальных данных модели Раша. По величине  $\chi^2_{\text{probability}}$  все экспериментальные данные были распределены по четырем группам:

группа № 1  $\chi^2_{\text{probability}} \geq 0,8$ , 11 заданий;

группа № 2  $0,6 \leq \chi^2_{\text{probability}} < 0,8$ , 13 заданий;

группа № 3  $0,05 \geq \chi^2_{\text{probability}} < 0,6$ , 39 задания;

группа № 4  $\chi^2_{\text{probability}} < 0,05$ , 9 заданий.

В таблице 7 приведено распределение тестовых заданий по всем четырем группам. В ней данные представлены следующим образом. Допустим, нас интересует, в какую группу попадает задание № 45? На пересечении столбца «40» и строки «5» находится число «1» – первая группа, следовательно, 45-е задание имеет  $\chi^2_{\text{probability}} \geq 0,8$ .

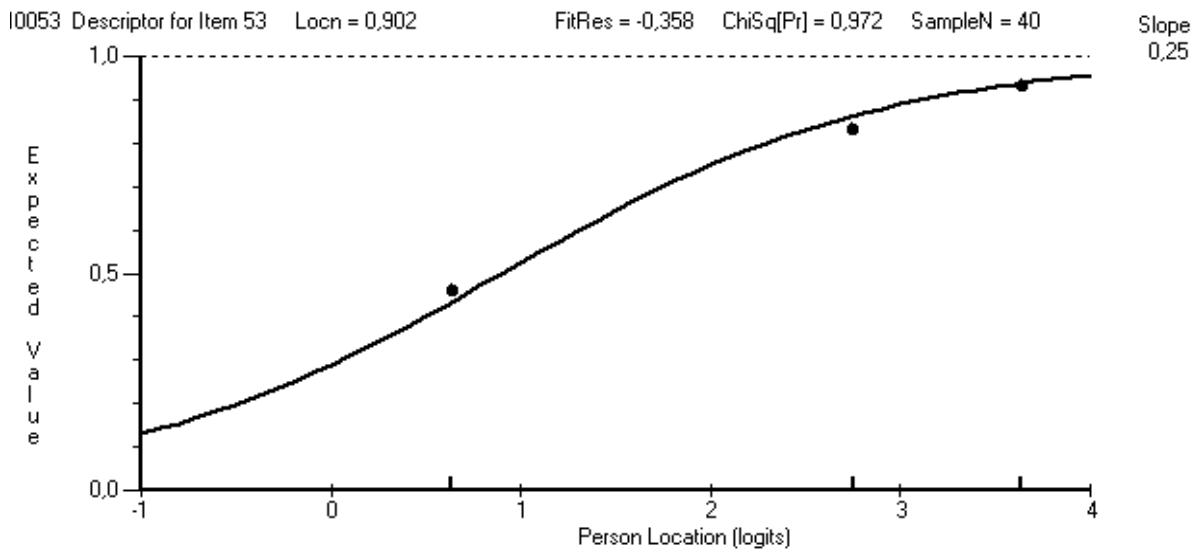


Рис. 26. ICC для задания №53 с  $\chi^2_{probability} = 0.972$ , входящего в состав первой группы

Таблица 7. Распределение тестовых заданий по группам  $\chi^2_{probability}$

№ задания	0	10	20	30	40	50	60	70
<b>0</b>	-	3	2	4	4	4	2	2
<b>1</b>	3	3	1	3	3	3	3	3
<b>2</b>	3	1	3	3	3	3	3	3
<b>3</b>	1	3	3	3	4	1	3	-
<b>4</b>	2	3	3	3	2	3	3	-
<b>5</b>	3	2	4	2	1	1	3	-
<b>6</b>	3	3	2	3	2	1	3	-
<b>7</b>	3	4	1	2	4	1	4	-
<b>8</b>	4	3	1	2	3	3	3	-
<b>9</b>	1	3	2	3	2	3	3	-

Каждое задание характеризуется своей мерой трудности. Этот параметр можно охарактеризовать проекцией точки перегиба логистической кривой на ось  $\theta$ . Для определения трудности задания следует на графике провести горизонтальную прямую с ординатой  $P=0,5$  до пересечения с характеристической

кривой (ICC), затем опустить перпендикуляр на ось  $\theta$ . Отметим, что в RUMM сразу проводится вычисление этого значения  $\theta$  (Location), которое показано на графиках ICC.

Расчеты показывают, что задания теста с удовлетворительной равномерностью покрывают диапазон  $\theta$  от -2,4 до +2,1 логитов.

Обычно считается, что тест должен перекрывать диапазон от -3 до +3 логитов. Это означает, что в анализируемом тесте не хватает очень легких и очень трудных заданий. В существующем виде тест больше предназначен для испытуемых со средними способностями.

Перейдем к обсуждению качества тестовых заданий на основании полученных характеристических кривых.

Из графиков видно, что экспериментальные данные для всех заданий расположены в области от 0 до 4 логитов.

Задания, входящие в первую группу, имеют отличное согласие с моделью Раша и оставляются в тесте.

Задания, входящие во вторую группу, имеют хорошее согласие с моделью Раша и также оставляются в тесте.

Задания, входящие в третью группу, имеют удовлетворительное согласие с моделью Раша. Такие задания можно оставить в тесте.

Задания, входящие в четвертую группу, не согласуются с моделью Раша. Эти задания были исключены из теста.

Задание № 33, характеризующееся значением  $\chi^2_{\text{probability}} = 0,349$ , имеет удовлетворительное согласие с моделью Раша, но имеет аномальный участок – сильные испытуемые отвечают хуже, чем испытуемые со средним уровнем знаний. В. Аванесов связывает подобные эффекты с нарушениями формальных, организационных и этических требований. В связи с тем, что аномальный эффект проявляется лишь частично, а  $\chi^2_{\text{probability}} > 0,05$ , то это задание можно временно оставить в изучаемом наборе заданий, имея в виду дальнейшую проверку теста в целом.

Логистическая кривая для задания № 30 с  $\chi^2_{\text{probability}} = 0,014$  показывает очень высокую дифференцирующую способность, то есть имеет малый диапазон перекрытия по уровню знаний испытуемых. Экспериментальные данные показывают, что слабые испытуемые практически не могут дать верный ответ на это задание. С другой стороны, средние и сильные испытуемые на это задание отвечают гораздо лучше, чем того требует модель Раша. Как указывалось выше, ввиду несоответствия модели Раша, подобные задания исключаются из теста.

Логистическая кривая для задания № 50 ( $\chi^2_{\text{probability}} = 0,008$ ) показывает практически полное отсутствие дифференцирующей способности. Такое задание почти не различает слабых, средних и сильных испытуемых.

Это довольно легкое задание (Location = -0,069), но сильные испытуемые показывают такую же вероятность успеха, как средние и слабые, что противоречит модели Раша. Кроме того, это задание плохо соответствует другим заданиям и по всем этим причинам должно быть удалено из теста.

Таким образом, анализ результатов тестирования на основе подхода Rasch measurement позволяет оптимизировать содержание теста и превращать его в инструмент для измерения уровня знаний испытуемых. Особенно удобно это делать с применением программного средства RUMM.

#### ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) Как используется IRT для анализа результатов тестирования?
- 2) Опишите методику анализа результатов тестирования с помощью программы RUMM.
- 3) В каких единицах измеряется трудность тестового задания?
- 4) Охарактеризуйте параметр  $Loc_p$ .
- 5) Охарактеризуйте параметр  $FitRes$ .
- 6) Охарактеризуйте параметр  $ChiSq[Pr]$ .
- 7) Чему равен параметр  $Slope$  в дихотомическом случае?
- 8) В каком диапазоне логитов обычно размещены трудности заданий теста?



## **ГЛАВА 4. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕСТОВ**

Рассмотрим некоторые общие вопросы практического применения тестов для организации контроля качества знаний.

### **4.1 ЗАЩИЩЕННОСТЬ БАНКА ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**

Важной проблемой педагогического тестирования является создание и использование банка тестовых заданий (БТЗ). Идея применения БТЗ заключается в генерации теста непосредственно в момент начала тестирования. При этом из БТЗ по заданной процедуре выбирается определенное количество тестовых заданий для конкретного теста. Из этого следует, что БТЗ должен содержать избыточное количество тестовых заданий.

Применение БТЗ повышает дидактическую эффективность тестера в связи с тем, что плохая «вскрываемость» банка стимулирует повторное изучение учебного материала и способствует повышению уровня обученности.

В этой связи важной проблемой является обеспечение защищенности БТЗ.

Если же БТЗ содержит 1000 заданий и более, то их можно даже выложить в открытый доступ, то есть раскрыть БТЗ. Изучение такого количества заданий вполне эквивалентно изучению учебного материала на достаточно хорошем уровне. Таким образом, БТЗ, содержащий несколько тысяч заданий и более, можно вообще не защищать.

Таким образом, следует еще раз подтвердить, что компьютерное тестирование как элемент обратной связи, рассматриваемой в рамках педагогической кибернетики, может содействовать повышению эффективности процесса учения только при учете личностно-деятельностных педагогических закономерностей.

## 4.2 РАЗВИВАЮЩАЯ ФУНКЦИЯ ТЕСТА

Большинство педагогических технологий, появившихся в последнее время, используют компетентностный подход, развивающий эвристические и творческие способности личности [45]. Важнейшим свойством педагогической технологии является ее диагностичность. Благодаря этому свойству педагогическая технология позволяет своевременно получать как актуальную информацию о состоянии учебного процесса в целом, так и результаты контроля по отдельным этапам обучения. Это позволяет организовать постоянный мониторинг образовательного процесса с целью прогнозирования индивидуальных траекторий обучаемых в ближайшем и отдаленном будущем.

Рассмотрим последовательность тестовых заданий, позволяющих реализовать развитие творческих способностей личности за счет реализации обучающей функции педагогического контроля. В качестве примера, нами взята тема «Давление твердых тел, жидкостей и газов» дисциплины «Физика» для средних общеобразовательных учреждений [41].

Как правило, в тестах на эту тему используется следующее задание (рис. 27).

1. НАИБОЛЬШЕЕ ДАВЛЕНИЕ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ОКАЗЫВАЕТ ТЕЛО

- 1) А
- 2) + Б
- 3) В

Графический способ оформления задания удачен с точки зрения перекодировки информации, что содействует более прочному усвоению материала. Вариативной величиной здесь выступает площадь основания. Благодаря тому, что во всех трех альтернативах используется одно и то же тело, испытываемый без труда приходит к выводу, что сила веса тела – постоянна. В этом задании в основном проверяются знания испытуемого на репродуктивном уровне.

Представляется рациональным вместо одного такого задания предложить последовательность заданий возрастающей трудности. На рис. 28 представлена иллюстрация к самому легкому заданию.

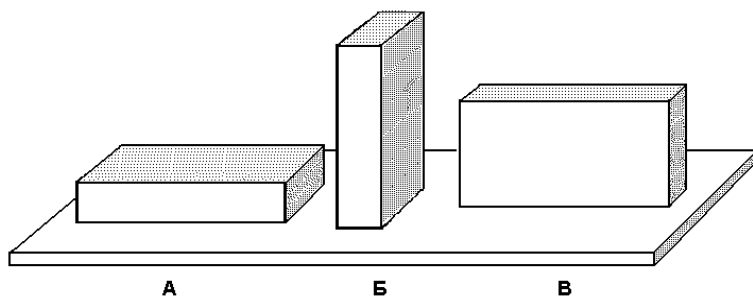


Рис. 27. Параллелепипеды.

## 2. НАИБОЛЬШЕЕ ДАВЛЕНИЕ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ОКАЗЫВАЕТ ЦИЛИНДР

- 1) +А
- 2) Б
- 3) В

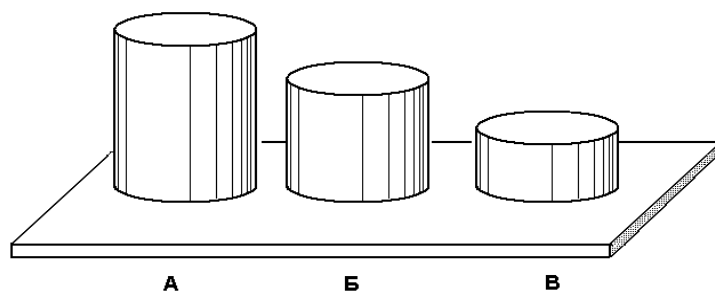


Рис. 28. Цилиндры переменной высоты

В этом задании изменяется только одна характеристика тела – высота. Плотность вещества и площадь основания во всех трех случаях одни и те же. От обучаемого требуется выполнить простое ментальное действие – сопоставить массу тела и его высоту, чтобы прийти к правильному ответу. Это задание репродуктивного типа и оно проверяет знание трех соотношений:

- 1) зависимость давления от силы давления и площади основания;

2) зависимость массы тела от его объема и плотности;

3) зависимость объема тела, в частном случае, от его высоты и площади основания.

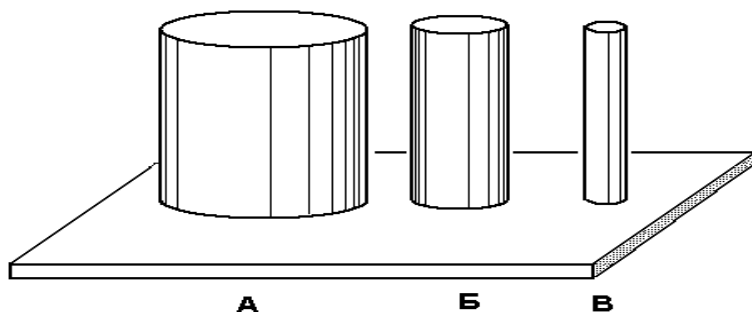


Рис. 29. Цилиндры переменного сечения

Далее следует усложненный вариант этого задания (рис. 29).

### 3. ЦИЛИНДРЫ ОКАЗЫВАЮТ ДАВЛЕНИЕ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

1) А – наибольшее, В – наименьшее

2) А – наименьшее, В – наибольшее

3) +А, Б и В – одинаковое

Высота цилиндров неизменна, зато меняется площадь основания. Сложность задания заключается в том, что учащиеся функциональные зависимости давления от характеристик тела обычно группируют в два отдельных высказывания:

1) давление прямо пропорционально силе давления, которая в данном случае пропорциональна массе тела;

2) давление обратно пропорционально площади основания.

Если испытуемый нетвердо усвоил жесткую взаимосвязь этих высказываний и запомнил только второе, то он уверенно выбирает вариант «А», так как в этом случае площадь основания наименьшая. Только учет обоих высказываний приводит обучаемого к парадоксальному для него выводу: во всех трех случаях давление, оказываемое телами на опорную поверхность, одинаковое.

Следующее задание получено усложнением предыдущего (рис. 30). Здесь также высоты цилиндров равны. Отличительной чертой является то, что изменяются площади оснований и используются полые цилиндры.

#### 4. ЦИЛИНДРЫ ОКАЗЫВАЮТ ДАВЛЕНИЕ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

- 1) А – наибольшее, Г – наименьшее, Б и В – промежуточное
- 2) А – наименьшее, Г – наибольшее, Б и В – промежуточное
- 3) +А, Б, В и Г – одинаковое

Обладая опытом правильного решения задания № 3, испытуемый должен проанализировать влияние толщины стенок полых цилиндров на величину давления и прийти к правильному выводу, что и в этом случае давление во всех четырех случаях одинаковое. Такой анализ непрост и требует достаточно длинных математических выкладок, которые позволяют испытуемому уяснить понятие давления. Прямого ответа на это задание в учебнике нет, то есть от испытуемого требуется провести небольшое самостоятельное исследование, активировать свой творческий потенциал.

Задание № 5 (рис. 31).

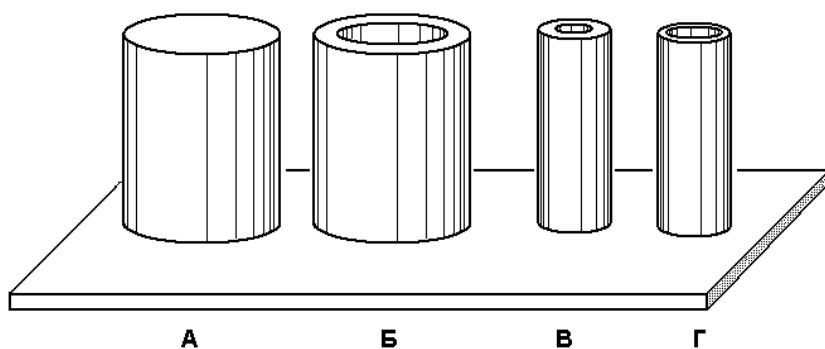


Рис. 30. Сплошной и полые цилиндры.

#### 5. ЦИЛИНДРЫ ОКАЗЫВАЮТ ДАВЛЕНИЕ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

- 1) А – наибольшее, Б – наименьшее, В – промежуточное
- 2) А – наибольшее, Б – промежуточное, В – наименьшее
- 3) +А – промежуточное, Б – наименьшее, В – наибольшее

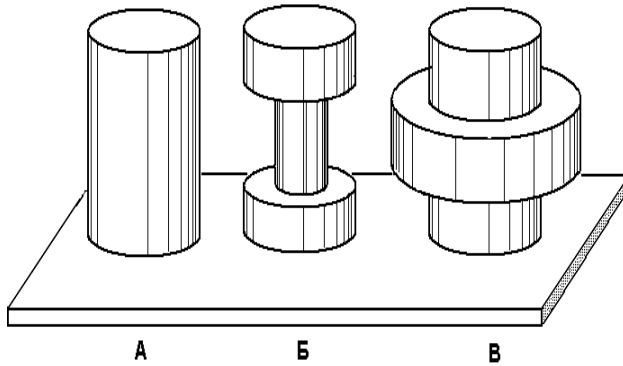


Рис. 31. Составные цилиндры.

Это задание визуально кажется очень сложным, чему способствует замысловатая форма тел. В этом случае, используя эвристические возможности своего мышления, испытуемый приходит к выводу, что правилен вариант 3.

Дальнейшее усложнение формы тел приводит к заданию № 6 (рис. 32).

#### 6. ТЕЛА ОКАЗЫВАЮТ ДАВЛЕНИЕ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

- 1) +А – наименьшее, Г – наибольшее, Б и В – промежуточное
- 2) А – наибольшее, Г – наименьшее, Б и В – промежуточное
- 3) А и Б – промежуточное, В - наименьшее, Г – наибольшее

Поскольку поперечное сечение и высоты среза тел одинаковые, то испытуемый приходит к выводу, что наибольшей массой обладает тело «Г», а наименьшей – тело «А».

Задание 7 (рис. 32).

#### 7. ЖИДКОСТЬ В НЕВЕСОМОМ СОСУДЕ ОКАЗЫВАЕТ ДАВЛЕНИЕ НА ЕГО ДНО

- 1) А – наименьшее, Г – наибольшее, Б и В – промежуточное
- 2) А – наибольшее, Г – наименьшее, Б и В – промежуточное
- 3) А и Б – промежуточное, В – наименьшее, Г – наибольшее
- 4) +А, Б, В и Г – одинаковое

Испытуемому показывают тот же самый рисунок, что и в предыдущем задании, но изменено агрегатное состояние вещества. Как это повлияет на ве-

личину давления? Испытуемый должен сопоставить свойства жидкостей и твердых тел, чтобы прийти к правильному ответу.

Ввиду того, что модуль сдвига у жидкостей равен нулю, правильный ответ разительно отличается от ответа на предыдущее задание. В данном случае испытуемому необходимо выполнить сопоставительный анализ свойств твердых тел и жидкостей, глубже осознать различие их механических свойств.

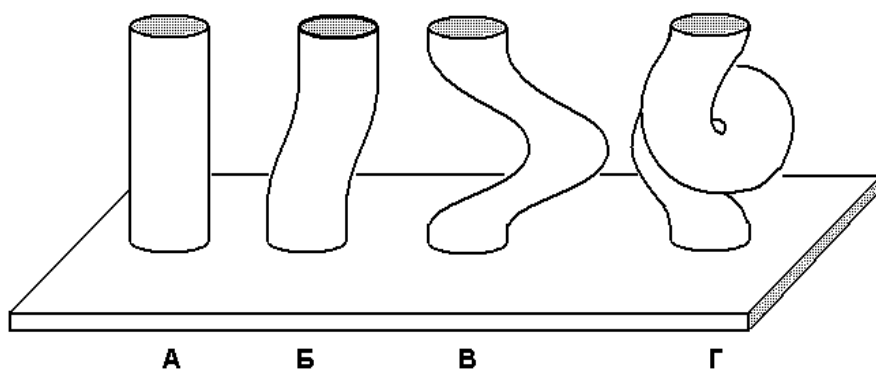


Рис. 32. Тела произвольной формы

Задание 8 (рис. 32).

8. ГАЗ ОДНОЙ И ТОЙ ЖЕ ПЛОТНОСТИ ОКАЗЫВАЕТ ДАВЛЕНИЕ НА ДНО СОСУДА

- 1) А – наименьшее, Г – наибольшее, Б и В – промежуточное
- 2) А – наибольшее, Г – наименьшее, Б и В – промежуточное
- 3) А и Б – промежуточное, В - наименьшее, Г – наибольшее
- 4) +А, Б, В и Г – одинаковое

Испытуемому снова предъявляется тот же рисунок, что в задании № 6. Это задание позволяет испытуемому глубже осознать тот факт, что газ удерживается в некотором объеме пространства только благодаря закрытому сосуду, то есть свободный газ не может сохранять свой объем.

Задание 9 (рис. 33).

9. ТЕЛО ОКАЗЫВАЕТ ДАВЛЕНИЕ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

- 1) +А – наименьшее, Г – наибольшее, Б и В – промежуточное
- 2) А – наибольшее, Г – наименьшее, Б и В – промежуточное
- 3) А и Б – промежуточное, В – наименьшее, Г – наибольшее
- 4) А, Б, В и Г – одинаковое

Данное задание не опирается на школьные знания. Поскольку образующая линия цилиндра и опорная точка шара в идеале имеют площадь поверхности, равную нулю, то при определении давления возникают неопределенности. Подобные сингулярности в школьном курсе физики не рассматриваются, однако испытуемому с достаточно развитым творческим потенциалом под силу провести «научное исследование» с целью постижения субъективно новой для него истины.

Для такого учащегося задание № 9, согласно Л. Выготскому [13], ориентировано на зону ближайшего развития испытуемого. Испытуемому необходимо убедиться, что для реальных тел сингулярности исчезают.

В точках соприкосновения тела с опорной поверхностью происходит упругая деформация, как тела, так и опорной поверхности (рис. 33д). К подобному выводу можно прийти, осуществив домашний эксперимент с использованием резинового мяча и надувного матраца в качестве опорной поверхности.

Размышления по поводу явлений, происходящих в точке контакта сферы и плоскости, приводят к постановке вопроса о внутренней структуре вещества, о его атомарном строении. Подчеркнем, что подобные мыслительные действия порождаются вопросами, возникающими при рефлексии, вызванной заданием №9.

Проведем классификацию тестовых заданий, используя таксономию Блума [59]. Задания № 1 и 2 требуют применения формулы для давления, когда все исходные данные очевидны. Эти задания можно отнести к уровню «Знание».

Задания № 3-6 требуют переформулировки выражения для давления, включения в нее дополнительных параметров (толщины стенок и т.п.), что позволяет отнести их к уровню «Понимание».



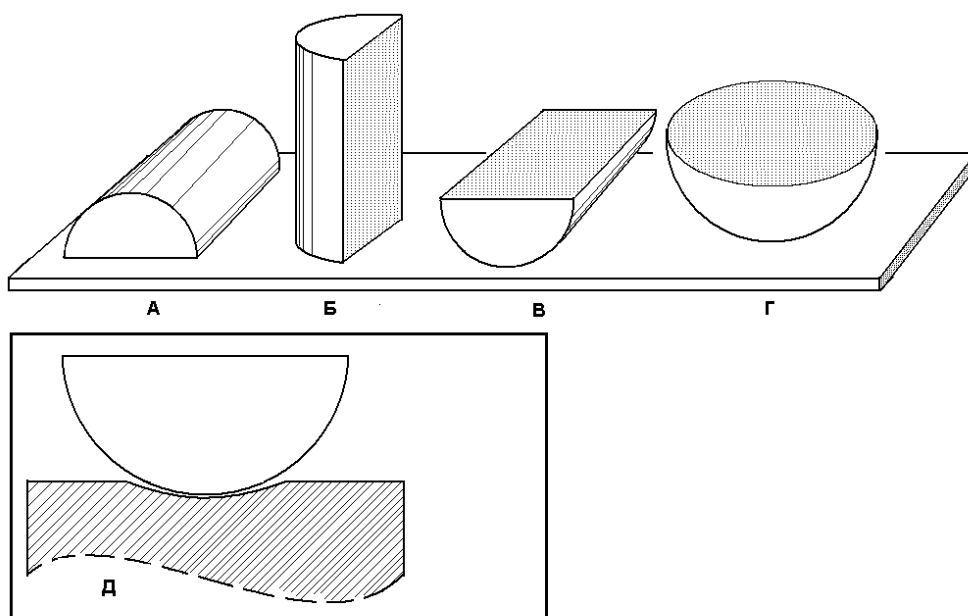


Рис. 33. Добавление тел с нулевой площадью опоры

Задания № 7 и 8 предполагают у испытуемого наличие умений по сопоставлению различных фактов, нахождению сходства и различия, выявлению причинно-следственных связей. Эти задания можно отнести к уровню «Анализ».

Задание № 9 ориентировано на то, что испытуемый, не обладая нужными знаниями, самостоятельно добывает их, используя творческий процесс научного исследования. Это задание можно отнести к уровню «Синтез». По Блуму, на этом уровне предполагается создание нового целого на основе изученных элементов.

Таким образом, тщательно подобранная система тестовых заданий возрастающей сложности позволяет реализовать развивающее обучение с помощью обучающей функции педагогического контроля знаний.

### 4.3 ДИАЛОГОВЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ В ЗАКРЫТОЙ ФОРМЕ

В различных системах тестового контроля знаний из четырех основных форм тестовых заданий наибольшее применение получили две – задания в открытой форме и задания с выбором одного правильного ответа из предложенного списка. В обеих формах тестовых заданий необходимо иметь эталон верного ответа, с которым осуществляется сравнение ответа испытуемого.

Обычно используются задания с двумя, тремя, четырьмя ответами. Реже – с пятью ответами. Задания с большим количеством ответов практически не используются по следующим обстоятельствам.

Во-первых, непросто создать тестовое задание с большим количеством качественных дистракторов. Это требует больших затрат времени и высокой квалификации разработчика теста. Иногда от разработчиков можно слышать утверждение, что в данном конкретном задании невозможно придумать больше одного или двух дистракторов. Однако после обсуждения различных подходов к построению тестового задания, в частности применения принципов сочетания, противоречия, противоположности, кумуляции, градуирования, удвоенного противопоставления и т.д., полно изложенных у В. Аванесова [1], разработчик убеждается, что все-таки можно было создать тестовое задание с требуемым количеством дистракторов. Естественно, это приходит с опытом. У опытных разработчиков тестов подобные вопросы обычно не возникают.

Во-вторых, испытуемому сложно ориентироваться в обилии дистракторов. Очевидно, что на тестовое задание содержащее, например, 50 ответов (1 правильный и 49 дистракторов) практически невозможно дать правильный ответ. Дистрактор может отличаться от верного ответа всего лишь одним словом, одним символом. Сравнить между собой все пятьдесят ответов, сопоставить их, проанализировать на достоверность – сложно чисто технически. Эта чрезмерная умственная и физическая нагрузка вызовет повышенную утомляемость испытуемого и, соответственно, низкие результаты тестирования, не связанные с его уровнем знаний. А потому такие задания никто не делает.

С другой стороны, если испытуемому технически обеспечить режим быстрого поиска нужного ответа, а сами дистракторы сделать легко различимыми, то такие тестовые задания, видимо, можно использовать.

В этом случае испытуемому придется оставить все попытки угадывания правильного ответа. В такой ситуации сильный, подготовленный испытуемый, проанализировав задания, сначала самостоятельно формулирует правильный ответ. Затем целенаправленно начинает поиск правильного ответа в списке ответов. Для повышения скорости поиска список ответов должен быть упорядочен, например, в алфавитном порядке по возрастанию (убыванию). В этом случае длина списка может быть очень большой – от несколько десятков до нескольких сотен ответов. Но и такие задания тоже никто не делает.

Хотя фактически получается, что тестовое задание с выбором правильного ответа с очень большим количеством дистракторов эквивалентно тестовому заданию в открытой форме. При этом устранена проблема распознавания правильного ответа. И в том, и в другом случае угадывание становится практически невозможным.

Недостатком предлагаемого подхода является то, что далеко не всегда можно сформулировать тестовое задание, допускающее наличие большого количества однотипных, легко различимых, четко отличающихся друг от друга, дистракторов.

Очевидно, что подобные задания технически сложно реализовать на бумажных носителях, в бланковой форме – список из нескольких десятков элементов занимает очень много места. Совершенно иные возможности у разработчика тестов при использовании компьютеров. В частности, важнейшим элементом интерфейса диалоговых окон различных программных средств является так называемое окно списка.

Окно списка занимает очень небольшое место на экране, но после выполнения щелчка по «кнопке списка» появляется собственно список с полосой прокрутки. Такой интерфейсный механизм позволяет довольно быстро отыскать нужный элемент списка.

Таким образом, построение тестового задания с выбором правильного ответа с большим количеством дистракторов вполне достижимо при использовании вычислительной техники.

#### ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) Что такое банк тестовых заданий?
- 2) Как связана величина банка тестовых заданий с длиной теста?
- 3) Что характеризует защищенность банка тестовых заданий?
- 4) Какие функции теста вам известны?
- 5) Охарактеризуйте развивающую функцию теста.
- 6) Как используется таксономия Блума при создании развивающих тестовых заданий?
- 7) Какое влияние могут оказывать характеристики диалогового интерфейса компьютерных тестов на разработку тестовых заданий?

#### 4.4 ОШИБКИ В ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЯХ

Анализ опубликованных тестовых заданий по физике, в том числе в тестах ЕГЭ, показывает, что довольно часто наблюдаются случаи некорректного подбора дистракторов (неправильных ответов). Это приводит к нарушению принципа равной привлекательности дистракторов и, следовательно, к значительному снижению их реального количества. В этом параграфе мы предложим три метода для поиска неудачных дистракторов и дадим рекомендации по корректному выбору дистракторов в тестах по школьному курсу физики.

Тестирование как высокотехнологичный и объективный метод диагностики учебных достижений широко используется в образовательном процессе [12, 17, 39]. Существуют различные типы тестов, удовлетворяющих практически всем потребностям учебного процесса [11, 51] и позволяющих измерять латентные переменные испытуемых [31].

Однако следует отметить, что тест превращается в полноценный измерительный инструмент, только если он удовлетворяет требованиям теории тестирования [1, 21, 24, 35, 52]. Помимо требований технологического характера [25, 36] пристального внимания заслуживает содержательная сторона тестовых заданий. К сожалению, существующие тесты не всегда выдерживают критику в части, например, конструирования «ответной» части тестового задания [21]. Проанализируем ошибки разработчиков тестовых заданий и дадим рекомендации по их предотвращению.

Чаще всего в практике тестирования используются так называемые тестовые задания закрытого типа, когда тестируемому предъявляется «вопрос» – основная часть тестового задания – и несколько ответов, из которых надо выбрать один ответ. Неверные ответы, называемые дистракторами, выполняют функцию отвлечения внимания от верного ответа. В теории тестов предполагается, что дистракторы должны быть равнопривлекательными по отношению друг к другу и к верному ответу. Дистракторы считаются приемлемыми, если при тестировании они выбираются не менее чем 5% тестируемых. Выбор «хоро-

ших» дистракторов представляет собой проблему, которая далеко не всегда удовлетворительно решается.

Рассмотрим задачу подбора дистракторов на примере тестов по физике.

Поскольку в каждом тестовом задании предъявляется набор дистракторов, то это означает, что тестируемому становится доступной дополнительная информация, которую можно использовать. Рассмотрим, как неудачный выбор дистракторов может заметно снизить валидность теста.

Стандартной позицией разработчика тестового задания является мнение, что при недостаточных знаниях тестируемый пытается угадать верный ответ среди множества дистракторов. С этим явлением можно бороться, вводя формальные поправки на угадывание в результаты тестирования. В частности, в качестве такой поправки фигурирует один из параметров в трехпараметрической теории IRT (Item Response Theory) [1]. Метод учета поправок на угадывание с учетом мотивации учащихся был введен нами для относительно гомогенных групп – с точки зрения уровня подготовленности учащихся [23].

Представляется конструктивным пересмотреть действия тестируемого в условиях недостаточных знаний. Будем считать, что в этом случае тестируемый не пытается угадать верный ответ, а пытается угадать, определить дистракторы. Такой подход не противоречит общей цели тестируемого – получить достаточно высокий тестовый балл. Это обусловлено тем, что правильное выявление всех дистракторов приводит к однозначному определению верного ответа. Даже в тех случаях, когда не все дистракторы удалось определить, происходит ухудшение тестового задания, например, тестовое задание с четырьмя ответами превращается в тестовое задание с двумя ответами. В этом случае резко возрастает вероятность угадывания верного ответа.

Анализ тестовых материалов по физике показывает, что подбор дистракторов не всегда удовлетворяет требованиям теории тестов. Тщательнее всего разрабатываются тестовые задания по физике, входящие в тесты ГИА и ЕГЭ. Однако и в этих тестах нередки случаи неудачного выбора дистракторов.

Для поиска дистракторов нами предлагаются три метода.

Метод 1 «Анализ размерностей». Выполняется проверка размерности дистракторов на соответствие размерности верного ответа.

Метод 2 «Анализ экстремальных значений». Выполняется проверка значений дистракторов на «правдоподобность» в экстремальных случаях.

Метод 3 «Качественное решение». Проверка значений дистракторов на «правдоподобность» в случае качественного решения задачи.

Перейдем к детальному рассмотрению этих методов.

Метод 1 «Анализ размерностей». Для применения этого метода используем следующие свойства выражений:

- а) все слагаемые в выражении имеют одинаковую размерность;
- б) сумма слагаемых имеет ту же размерность, что и каждое слагаемое;
- в) числовые коэффициенты не влияют на размерность выражения;
- г) размерности левой и правой частей уравнения должны совпадать.

Используя эти свойства, рассмотрим, как можно отыскивать дистракторы в тестовых заданиях закрытого типа и в заданиях на поиск соответствия, например, в частях А и В ЕГЭ и ГИА.

Пример 1.

**В4.** Атом водорода при переходе в основное состояние  $E_1$  из возбужденного состояния  $E_2$  излучает фотон. Чему равны длина волны и модуль импульса этого фотона?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) Длина волны фотона	1) $\frac{E_2 - E_1}{c}$
Б) Модуль импульса фотона	2) $\frac{E_2 - E_1}{h}$
	3) $\frac{hc}{E_2 - E_1}$
	4) $\frac{h}{E_2 - E_1}$

А	Б

Выполняем анализ размерности для «вопроса». В данном случае мы имеем тестовое задание на поиск правильного соответствия. В задании указывается, что необходимо найти соответствие для А) длины волны и Б) импульса фотона. Длина волны имеет размерность [м], а размерность импульса – [кг\*м/с].

Переходим к анализу размерностей всех ответов.

#### ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А) Длина волны фотона – [м].

Б) Импульса фотона – [кг\*м/с].

#### ФОРМУЛА

- 1) [Дж\*с/м] = [кг\*м/с] – соответствует физической величине Б);
- 2) [Дж/(Дж\*с)] = 1/с – не соответствует физической величине;
- 3) [Дж\*с\*м/(с\*Дж)] = [м] – соответствует физической величине А);
- 4) [Дж\*с/Дж] = с – не соответствует физической величине.

Таким образом, правильный ответ А3 Б1. Используя метод 1, мы смогли однозначно определить верный ответ.

Пример 2.

**В4. Фотон с энергией  $E$  движется в вакууме. Пусть  $h$  — постоянная Планка,  $c$  — скорость света в вакууме. Чему равны частота и импульс фотона?**

**Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитывать.**

**К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.**

#### ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А) Частота фотона

Б) Импульс фотона

#### ФОРМУЛА

1)  $\frac{hc}{E}$

2)  $\frac{E}{c^2}$

3)  $\frac{E}{c}$

4)  $\frac{E}{h}$

А	Б



Применяем метод 1.

### ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А) [1/с].

Б) [кг\*м/с].

### ФОРМУЛА

1) [Дж\*с\*м/с /Дж] = м – не соответствует;

2) [Дж\*с<sup>2</sup>/ м<sup>2</sup>] = Н\* с<sup>2</sup>/м – не соответствует;

3) [Дж\*с/м] = кг\*м/с – соответствует Б);

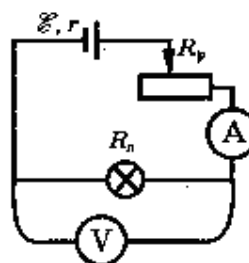
4) можно не рассматривать, так как ввиду исчерпания других вариантов эта формула должна совпадать по размерности с физической величиной А).

Таким образом, верный ответ А4 Б3.

### Пример 3.

**В3.** Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке.

Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считать идеальными.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

#### ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

А) показания амперметра

Б) показания вольтметра

#### ФОРМУЛЫ ДЛ Я РАСЧЁТОВ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

1)  $\frac{\mathcal{E} R_n}{R_n + R_p + r}$

2)  $\mathcal{E} r - \mathcal{E} (R_n + R_p)$

3)  $\mathcal{E} (r + R_n + R_p)$

4)  $\frac{\mathcal{E}}{R_n + R_p + r}$

А	Б

Выполняем анализ размерностей

## ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

А) [А].

Б) [В].

## ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

1) [В] – соответствует прибору Б);

2) [В\*Ом] – не соответствует;

3) [В\*Ом] – не соответствует;

4) В виду исчерпания всех вариантов можно не рассматривать. Эта последняя формула должна соответствовать прибору А).

Таким образом, верный ответ – А4 Б1.

Пример 4.

Следующее задание интересно тем, что имеет двухступенчатое построение. Сначала приводятся четыре формулы, а затем четыре ответа, в которых эти формулы фигурируют в различных комбинациях. Такое построение в еще большей степени упрощает применение метода 1.

**По какой(-им) формуле(-ам) можно рассчитать длину световой волны?**

**А:**  $\lambda = \frac{c}{T}$

**В:**  $\lambda = cT$

**Б:**  $\lambda = \frac{c}{\nu}$

**Г:**  $\lambda = c\nu$

**(с — скорость света)**

**1) А и Б**

**2) Б и В**

**3) В и Г**

**4) А и Г**

Выполняем анализ размерности.

В задании говорится о длине волны, то есть требуемая размерность – [м].

Проверяем размерности формул.

А)  $[м/с/с] = [м/с^2]$  – не соответствует;

Б)  $[м/с*с] = [м] = -$  соответствует;

В)  $[м/с*с] = [м] = -$  соответствует;

Г)  $[м/с/с] = [м/с^2] = -$  не соответствует.

Теперь переходим к поиску дистракторов. Мы знаем, что формулы А и Г не соответствуют нужной размерности. Следовательно, любые ответы, где упоминается А или Г являются дистракторами. У нас это ответы 1, 3 и 4. Остался один единственный ответ – 2, который и должен являться верным.

Таким образом, верный ответ – 2.

Пример 5.

**Какова энергия фотона, излучаемого при переходе атома из возбужденного состояния с энергией  $E_1$  в основное с энергией  $E_0$  ?**

1)  $\frac{E_1 - E_0}{h}$

2)  $\frac{E_1 + E_0}{h}$

3)  $E_1 - E_0$

4)  $E_1 + E_0$

Выполняем анализ размерности. Из текста задания следует, что требуемая размерность есть [Дж].

Из внешнего вида формул 1 и 2 следует, что у них одинаковые размерности:  $[Дж/Дж/с] = [1/с]$ , что не соответствует требуемой размерности. Следовательно, ответы 1 и 2 являются дистракторами.

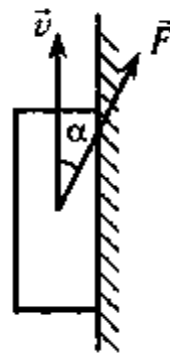
Аналогично из внешнего вида формул 3 и 4 следует, что у них одинаковые размерности: [Дж], что соответствует требуемой размерности.

На этом мы вынуждены остановиться. Из оставшихся ответов 3 и 4 определить дистрактор мы не можем. В результате нашего анализа тестовое задание с 4 ответами превратилось в задание с 2 ответами.

Метод 2. «Анализ на экстремальные значения»

Пример 6.

**А7.** Брусок массой  $m$  прижат к вертикальной стене силой  $\vec{F}$ , направленной под углом  $\alpha$  к вертикали (см. рисунок). Коэффициент трения между бруском и стеной равен  $\mu$ . При какой величине силы  $\vec{F}$  брусок будет двигаться по стене вертикально вверх с постоянной скоростью?



1)  $\frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$

2)  $\frac{mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$

3)  $\frac{\mu mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$

4)  $\frac{mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$

Применение метода 1 «Анализ размерности» нам не поможет, так как все четыре ответа имеют правильную размерность [Н].

Используем метод 2 «Анализ на экстремальные значения».

При  $\alpha = 0$  имеем  $\cos \alpha = 1$ ,  $\sin \alpha = 0$ ,  $F = mg$ . Коэффициент трения не должен влиять на величину  $F$ . Это означает, что если в «экстремальную» формулу входит коэффициент трения, то она неверна. Подставляем в ответы  $\cos \alpha = 1$ ,  $\sin \alpha = 0$ .

1)  $\mu mg / (1 + 0) = \mu mg$  – это дистрактор, так как содержит  $\mu$ .

2)  $mg / (1 + 0) = mg$  – возможно, верный ответ, так как не содержит  $\mu$ .

3)  $\mu mg / (1 - 0) = \mu mg$  – это дистрактор, так как содержит  $\mu$ .

4)  $mg / (1 - 0) = mg$  – возможно, верный ответ, так как не содержит  $\mu$ .

Два дистрактора мы нашли, теперь надо выяснить, какой из ответов – 2 или 4 является третьим, последним дистрактором.

Снова анализируем на экстремальное значение для  $\alpha = 90^\circ$ . В этом случае  $\cos \alpha = 0$ ,  $\sin \alpha = 1$ . Поскольку в этом случае отсутствует вертикальная составляющая силы  $F$ , то ни при каком значении модуля силы  $F$  брусок не будет

двигаться вверх. Это означает, что угол  $\alpha$  не может быть любым. В частности, он должен быть меньше  $90^\circ$ .

Проверяем ответы, для чего подставляем в них экстремальные значения  $\cos \alpha=0$ ,  $\sin \alpha=1$ .

2)  $mg/\mu - F$  имеет конечное значение,  $\alpha$  может быть любым, что не соответствует нашим предположениям.

4)  $mg/(-\mu) - F$  – отрицательное, что не имеет физического смысла.

Итак, мы выяснили, что ответ 2 также является дистрактором, то есть мы обнаружили три дистрактора. Поскольку из четырех ответов один обязательно должен быть верным, то им является ответ 4.

Отметим, что ответ 4 в экстремальном случае не имеет физического смысла. Поэтому продолжим анализ на экстремальное значение. Проверим равенство нулю знаменателя в ответе 4. Это возможно при  $\cos \alpha_1 = \mu \cdot \sin \alpha_1$ . Существует некоторое особенное значение угла равное  $\alpha_1$ . При  $\alpha < \alpha_1$  имеем  $F$  – конечное и положительное. При  $\alpha > \alpha_1$  имеем  $F$  – отрицательное. Тот факт, что  $\alpha$  не может иметь любое значение, согласуется с нашими предположениями.

Таким образом, ответ 4 – верный.

Метод 3 «Качественное решение»

В тех случаях, когда тестовое задание хорошо защищено от взламывания методом анализа размерностей, можно попытаться использовать метод качественного решения. Применение метода рассмотрим на примерах.

Пример 7.

**С неподвижной лодки массой 50 кг на берег прыгнул мальчик массой 40 кг со скоростью 1 м/с, направленной горизонтально. Какую скорость относительно берега приобрела лодка?**

**1) 0,2 м/с**

**3) 1 м/с**

**2) 0,8 м/с**

**4) 1,8 м/с.**

Метод анализа размерностей здесь неприменим, так как ответы содержат не формулы, а численные значения. Разработчик тестового задания предпола-

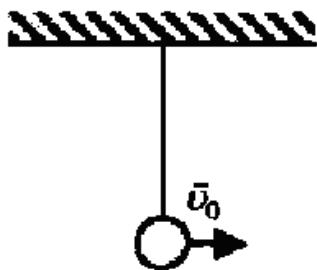
гал, что испытуемый составит нужную формулу, проведет вычисления и после этого выберет ответ.

Можно не составлять формулу и что-либо вычислять, а использовать метод 3 «Качественное решение». Из текста задания следует, что масса лодки немного больше массы мальчика. Следовательно, скорость лодки после прыжка мальчика должна быть немного меньше скорости мальчика. Из этого сразу следует, что ответ 3 и 4 – дистракторы, поскольку скорость лодки должна быть меньше скорости мальчика. Проанализировав оставшиеся ответы 1 и 2, приходим к выводу, что ответ 1 – дистрактор, поскольку дает скорость лодки значительно меньшую скорости мальчика. Оставшийся ответ 2 должен быть верным, поскольку все остальные – дистракторы.

Таким образом, верный ответ – 2.

Пример 8.

**Шарику на нити, находящемуся в положении равновесия, сообщили небольшую горизонтальную скорость (см. рисунок). На какую высоту поднимется шарик?**



1)  $\frac{u_0^2}{2g}$

2)  $\frac{2u_0^2}{g}$

3)  $\frac{u_0^2}{4g}$

4)  $\frac{2g}{u_0^2}$

Поскольку ответы даны в формульном виде, то применяем анализ размерностей. Из текста задания следует, что правильная размерность – [м].

Для ответов 1, 2 и 3 получаем правильную размерность [м].

Для ответа 4 получаем размерность [1/м], что не соответствует требуемой. Следовательно ответ 4 – дистрактор.

Мы смогли обнаружить только один дистрактор. Для поиска двух оставшихся дистракторов у нас мало информации.

Таким образом, это задание имеет довольно хорошие дистракторы. Единственно, что нам удалось сделать – преобразовать задание с четырьмя ответами в задание с тремя ответами.

Пример 9.

**A25.** Какова длина волны фотона, излучаемого при переходе атома из возбужденного состояния с энергией  $E_1$  в основное состояние с энергией  $E_0$ ?

$$1) \frac{(E_0 - E_1)}{h} \quad 2) \frac{(E_1 - E_0)}{h} \quad 3) \frac{ch}{(E_1 - E_0)} \quad 4) \frac{ch}{(E_0 - E_1)}$$

Из анализа размерности следует, ответы 1 и 2 являются дистракторами. Ответы 3 и 4 имеют правильную размерность. Один из этих ответов является дистрактором. Найдем его методом 3 «Качественное решение». Нам известно, что  $E_1 > E_0$ . Тогда для ответа 4 получим отрицательную длину волны, что не имеет физического смысла. Следовательно, ответ 4 – дистрактор.

Таким образом, верный ответ – 3.

Пример 8.

В этом примере мы используем разновидность метода 3 «Качественное решение». Его, вероятно, можно назвать «Синтаксическим анализом».

**По какой формуле можно вычислить дефект масс?**

$$1) m = \rho V \quad 3) m = \frac{E}{c^2}$$

$$2) m = \frac{M}{N_A} \quad 4) \Delta m = (Zm_p + Nm_n) - m_x$$

Если нам известно, что дефект масс это изменение массы, то ответы 1, 2 и 3 являются дистракторами, поскольку в них не фигурирует изменение массы.

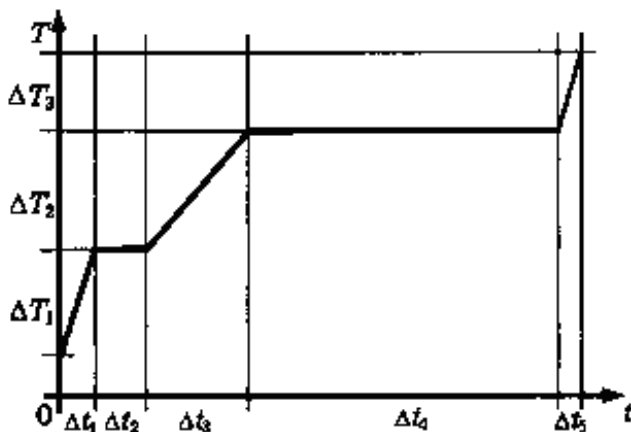
Таким образом, верный ответ – 4.

## Комбинирование методов

В сложных случаях можно применять комбинирование методов. Рассмотрим примеры.

Пример 10.

**А9.** На рисунке представлен график зависимости температуры  $T$  воды массой  $m$  от времени  $t$  при осуществлении теплопередачи с постоянной мощностью  $P$ . В момент времени  $t = 0$  вода находилась в твёрдом состоянии. Какое из приведённых ниже выражений определяет удельную теплоту парообразования по результатам этого опыта?



1)  $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$

2)  $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$

3)  $\frac{P \cdot \Delta t_1}{m \cdot \Delta T_1}$

4)  $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$

Выполняем анализ размерностей.

Согласно тестовому заданию, требуется найти формулу для определения удельной теплоты парообразования, которая имеет размерность [Дж/кг].

1) Размерность для первой формулы – [Вт\*с/кг] = [Дж/кг], что соответствует заданию.

2) Размерность для второй формулы – [Вт\*с/(кг\*К)] = [Дж/(кг\*К)], что не соответствует заданию.

3) Размерность для третьей формулы – [Вт\*с/(кг\*К)] = [Дж/(кг\*К)], что не соответствует заданию.



4) Размерность для четвертой формулы –  $[Вт*с/кг] = [Дж/кг]$ , что соответствует заданию. Отметим, что можно было не анализировать формулу 4. По ее виду сразу становится ясно, что размерности формул 1 и 4 совпадают.

Таким образом, из четырех ответов мы отбросили 2 и 3 как явные дистракторы. Остались ответы 1 и 4, из которых один ответ верный, и один – дистрактор. Мы «преобразовали» тестовое задание с четырьмя ответами в задание с двумя ответами. Вероятность угадывания верного ответа резко повысилась. Далее, для поиска оставшегося дистрактора, попытаемся использовать метод 3 «Качественное решение». Метод 3 сложнее в применении по сравнению с методом 1, так как в этом случае необходимы хотя бы минимальные знания по физике.

Рассуждать будем следующим образом. В задании говорится, что в начальный момент времени вода была в твердом состоянии, то есть льдом. Далее, с течением времени ее нагревали. Следовательно, чем правее мы смещаемся по графику, тем большему времени нагрева это будет соответствовать. В формуле 1 фигурирует отрезок времени  $\Delta t_2$ , а в формуле 4 фигурирует отрезок  $\Delta t_4$ , который находится правее. Тот факт, что  $\Delta t_4$  на графике находится правее, сразу наталкивает на мысль, что формула 1 является дистрактором.

Таким образом, верный ответ – 4.

Пример 11.

**Какая формула связывает первую космическую скорость спутника, летающего на небольшой высоте и ускорение свободного падения на поверхности планеты?**

1)  $\sqrt{\frac{g}{R}}$

3)  $\sqrt{\frac{R}{g}}$

2)  $\sqrt{gR}$

4)  $\sqrt{g(R+h)}$

Выполняем анализ размерности.

В задании речь идет о скорости (размерность  $[м/с]$ ). Нам надо проверить соответствие этой размерности всех четырех ответов.

1)  $[м/с^2/м] = [1/с]$  – не соответствует;

- 2)  $[м/с^2 * м] = [м/с]$  – соответствует;
- 3)  $[м/м * с^2] = [с]$  – не соответствует<sup>4</sup>
- 4) то же что и 2) – соответствует.

Мы определили два дистрактора – 1 и 3. Теперь тестовое задание утратило два дистрактора. Следовательно, верный ответ находится среди оставшихся двух – 2-й или 4-й.

Далее применим метод 3 «Качественное решение». В задании говорится о «небольшой высоте», то есть можно пренебречь высотой  $h$  по сравнению с радиусом Земли  $R$ . Тогда ответ 4 следует считать дистрактором.

Таким образом, верный ответ – 2.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ДИСТРАКТОРОВ

Для исключения возможности применения, продемонстрированных методов обнаружения дистракторов можно предложить следующие рекомендации разработчикам тестов по физике.

п. 1. В тестовых заданиях ответы по возможности должны быть числовыми. Это полностью исключает применение метода 1 «Анализ размерностей».

п. 2. Если тестовое задание содержит ответы в формульном виде, то все ответы должны иметь размерность, совпадающую с размерностью верного ответа.

п. 3. Если тестовое задание удовлетворяет п. 1 и п. 2, то необходимо подобрать дистракторы такими, чтобы исключить их определение методом 2 «Анализ на экстремальные значения».

п. 4. Если тестовое задание удовлетворяет п. 1 и п. 2, то необходимо подобрать дистракторы так, чтобы исключить их определение методом 3 «Качественное решение».

п. 5. Тестовое задание по возможности должно содержать ответы, оформленные в графическом виде, – графики, рисунки, чертежи. Это практически полностью исключает применением методов 1, 2 и 3.

Отметим, что труднее всего обеспечить соблюдение п.4. Однако это условие не является очень сильным, так как для применения метода 2 «Качественное решение» все же требуется знание физики. Так что, если испытуемый сумел найти дистракторы этим методом, то физику он знает неплохо.

## ВЫВОДЫ

В тестовых заданиях по физике дистракторы обнаруживаются тремя методами.

Метод 1 «Анализ размерностей» не требует от испытуемого почти никаких знаний по физике. Необходимо только знание размерностей основных физических величин. Применение тестовых заданий, не защищенных от метода 1, недопустимо.

Метод 2 «Анализ на экстремальные значения» требует от испытуемого большего объема знаний по физике, чем метод 1.

Метод 3 «Качественное решение» требует от испытуемого значительно большего объема знаний по физике, чем методы 1 или 2.

Во всех трех методах необходимый объем знаний все же заметно меньше полного объема знаний по физике, который проверяется тестом.

При конструировании тестовых заданий по физике необходимо тщательно создавать дистракторы, с учетом вышеприведенных рекомендаций.

## ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) Что называется дистрактором в тестовых заданиях?
- 2) Опишите процедуру конструирования дистракторов.
- 3) К чему приводит наличие неудачных дистракторов в тестовом задании?
- 4) Опишите две различные методики поиска правильного ответа испытуемым в закрытых тестовых заданиях,
- 5) Охарактеризуйте метод поиска дистракторов с помощью анализа размерности физических величин.
- 6) Охарактеризуйте, как можно найти дистракторы с помощью анализа

экстремальных значений.

7) Охарактеризуйте метод «качественного решения» для поиска дистракторов.

8) Каким рекомендациям необходимо следовать при конструировании дистракторов для тестовых заданий по физике?

#### **4.5 ФОРМАЛИЗОВАННЫЙ УЧЕТ МОТИВАЦИИ УЧАЩИХСЯ**

При организации учебного процесса весьма важным фактором является учет мотивации к учению. Буквально одно слово преподавателя в определенных условиях может сильно повлиять на учебную мотивацию обучаемого. Согласно Л.И. Божович [9], мотив – это то, ради чего осуществляется деятельность индивида. Мотивация представляет собой совокупность побуждающих факторов, определяющих активность личности.

Если рассматривать учебный процесс как управляемую систему, то становится очевидной важность такого элемента системы, как обратная связь. Именно обратная связь позволяет преподавателю получать информацию о текущем состоянии учебных достижений учащихся, что позволяет выполнять коррекцию хода учебного процесса и эффективно организовывать его. С другой стороны, обратная связь позволяет учащемуся осуществлять самоконтроль и самодиагностику своего процесса учения.

Обратная связь организуется в разнообразных формах, среди которых все большее применение находят педагогические тесты. Тесты являются объективным инструментом педагогической диагностики, позволяя организовать эффективную систему обратной связи в современных педагогических технологиях. Следует отметить, что вопросы мотивации в тестировании пока слабо изучены.

Рассмотрим пути формального учета мотивации испытуемых при анализе результатов тестирования, в частности, при определении поправок на угадывание к тестовому баллу испытуемого.

На практике чаще всего используются тестовые задания с выбором одного или нескольких правильных ответов. Применение таких заданий осложняется попытками испытуемых угадать правильный ответ. Индивидуальный балл испытуемого в этом случае будет отличаться от истинного, что снижает диагностическую ценность тестирования. Вышесказанное обуславливает актуальность проблемы коррекции результатов тестирования.

В целях упрощения процесса тестирования можно, например, не учитывать вообще вероятность угадывания при обработке результатов тестирования. За правильный ответ испытуемый получает, например, 1 балл, за неправильный – 0 баллов. Поскольку часть баллов получена из-за угадывания, то испытуемые ставятся в неравные условия. Преимущество получают те, кто отличается сообразительностью, умеет анализировать задания по формальным и другим признакам, что помогает угадыванию правильного ответа.

Например, в тестовых заданиях по физике очень часто можно просто проверить размерности итоговых физических величин в ответах на задание. Если размерности не соответствуют заданию, то эти ответы отбрасываются. При этом уменьшается число ответов, среди которых легче угадать правильный ответ. Иногда это число сокращается до единицы, то есть можно совершенно точно выбрать правильный ответ, даже не читая полностью задания. Существуют и другие способы анализа ответов, помогающих угадыванию.

Таким образом, игнорирование проблемы угадывания правильных ответов может серьезно снизить доверие к применению заданий с выбором одного правильного ответа, снизить учебную мотивацию.

Рассмотрим различные подходы к решению данной проблемы. В дальнейшем будем предполагать, что каждое задание теста содержит фиксированное количество ответов  $k$ , из которых только один правильный.

Хотя задания с выбором одного правильного ответа сильно критикуются за сравнительно высокую вероятность угадывания правильного ответа, эти задания тем не менее очень широко распространены. Поэтому анализ именно таких заданий является востребованным на практике. Хотя есть работы, где вме-

сто заданий с выбором одного правильного ответа рекомендуется переходить, где это оправдано, к заданиям с выбором нескольких правильных ответов. В таких заданиях вероятность угадывания резко снижается [1].

#### ФИКСИРОВАННАЯ ПОПРАВКА НА КОРРЕКЦИЮ ТЕСТОВОГО БАЛЛА

Допустим, что соблюдается условие равной привлекательности дистракторов в задании. Кроме того, дистракторы должны быть достаточно привлекательными по сравнению с правильным ответом. Обычно предполагается, что каждый из дистракторов должен выбираться не менее чем пятью процентами испытуемых. Тогда с увеличением количества ответов  $k$  в каждом задании вероятность угадывания падает. То есть поправка должна быть обратно пропорциональна количеству ответов в задании.

В простейшем случае можно использовать фиксированную поправку, которая определяется следующим образом:

$$\Delta p_{const} = \frac{1}{k} \quad (15).$$

Тогда

$$Y = (p - \Delta p_{const})M \quad (16),$$

где  $k$  – количество ответов в задании,  $M$  – количество заданий в тесте,  $Y$  – исправленный индивидуальный балл.

При  $k = 4$  поправка равна 0,25 независимо от значения  $X$ .

Соответствующие зависимости показаны на рис. 34.

Из рисунка видно, что исправленная зависимость получается параллельным сдвигом исходного графика на 25 единиц вниз. Индивидуальные баллы испытуемых уменьшаются на величину сдвига исправленного графика. Параллельность графиков означает, что все испытуемые теряют одно и то же количество баллов.

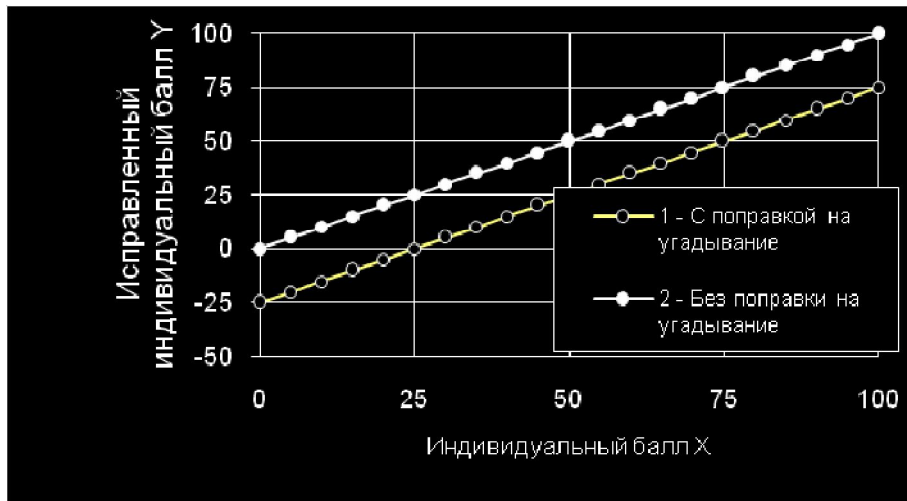


Рис. 34. Исправленный индивидуальный балл с фиксированной поправкой.

В однопараметрической модели G. Rasch (Item Response Theory) поправки на угадывание не вводятся. Это сделано в трехпараметрической модели:

$$P_{ij} = \left\{ \theta_i, \beta_j, a_j, c_j \right\} = c_j + (1 - c_j) \frac{\exp a_j (\theta_i - \beta_j)}{1 + \exp a_j (\theta_i - \beta_j)}$$

Параметр  $c_j$  должен характеризовать вероятность угадывания. За разъяснением смысла остальных величин можно обратиться к работе В. Аванесова [4]. На рис. 35 приведены соответствующие логистические кривые из работы В. Wright [74].

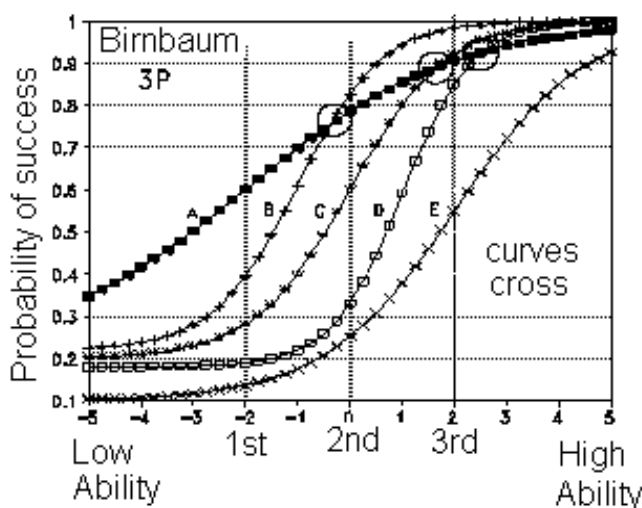


Рис. 35. Поправка на угадывание в 3-х-параметрической модели IRT (В. Wright, 1992).

Из рисунка видно, что учет поправки на угадывание приводит к смещению кривых вверх по оси ординат.

Введение постоянных поправок лишь частично решает проблему и педагогически малооправданно, так как в этом случае не различаются сильные и слабые испытуемые. В этом методе априори считается, что и сильный и слабый испытуемые в одинаковой степени пытаются угадать правильный ответ. Разумеется, это неверно. Сильный испытуемый не нуждается в угадывании, его знаний достаточно, чтобы с высокой вероятностью успешно справиться с заданием.

Таким образом, фиксированные поправки вводятся достаточно просто, но с педагогической точки зрения они могут быть не эффективны, поскольку не учитывают мотивацию сильных и слабых испытуемых. Для того чтобы учесть различие в мотивации к угадыванию у сильных и слабых испытуемых, необходимо использовать поправку  $\Delta p_1$ , зависящую от доли правильных ответов

$$p = \frac{X}{M}$$

или от доли неправильных ответов  $q = 1 - p$ .

#### ФОРМУЛА УЧЕТА ЛИНЕЙНЫХ ПОПРАВК НА УГАДЫВАНИЕ

Итак, задача состоит в том, чтобы попытаться предугадать поведение испытуемого и внести коррекцию в его индивидуальный балл.

Представляется разумным считать, что чем ниже уровень знаний испытуемого, тем сильнее его стремление восполнить недостаток знаний простым угадыванием правильного ответа, без применения тех или иных методик выбора правильного ответа по формальным признакам. Если же испытуемый хорошо подготовлен, то есть обладает малым значением  $q = 1 - p$ , то его стремление к угадыванию будет очень слабым и поправка должна быть малой.

Иными словами, чем больше  $q$ , тем больше должна быть поправка. С другой стороны, чем больше  $k$  – количество ответов в задании, тем меньше должна быть поправка.



Обозначим через  $Y$  – исправленный индивидуальный балл испытуемого.

Эту величину можно вычислить по формуле:

$$Y = X + \Delta X,$$

где  $\Delta X$  – поправка к индивидуальному баллу испытуемого.

Используем соотношения  $X = p \cdot M$  и  $\Delta X = \Delta p \cdot M$ ,

где  $\Delta p$  – поправка к доле правильных ответов испытуемого.

С учетом этих соотношений исправленный индивидуальный балл перепишем в виде:

$$Y = (p + \Delta p) \cdot M.$$

Примем, что поправка  $\Delta p_1$  прямо пропорциональна  $q$ :

$$\Delta p_1 = \Delta p_{const} q.$$

В этом случае исправленный индивидуальный балл равен

$$Y = (p - \Delta p_1) \cdot M = \left( p - \frac{q}{k} \right) \cdot M \quad (17).$$

Соответствующая зависимость показана на рис. 36.

Из рис. 36 наглядно видно, что для сильных испытуемых с высокими значениями индивидуального балла поправки имеют малое значение и стремятся к нулю при  $X$  стремящемся к  $M$ . Ситуация заметно улучшилась, по сравнению с тем, что показано на рис. 27. Отметим, что формула (17) почти не получила практического применения из-за своей слабой педагогической и психологической обоснованности. Отметим, что при  $X = 25$  (четвертая часть всех заданий) в рассматриваемом приближении логично предположить, что поправка равна индивидуальному баллу ( $\Delta X = 25$ ). Тогда исправленный балл должен быть равен нулю ( $Y = 0$ ). Однако из рис. 36 следует, что  $Y = 6,25$  балла.

Таким образом, требуется дать большее обоснование действию механизма поправки и желательно не ограничиваться линейными приближениями.

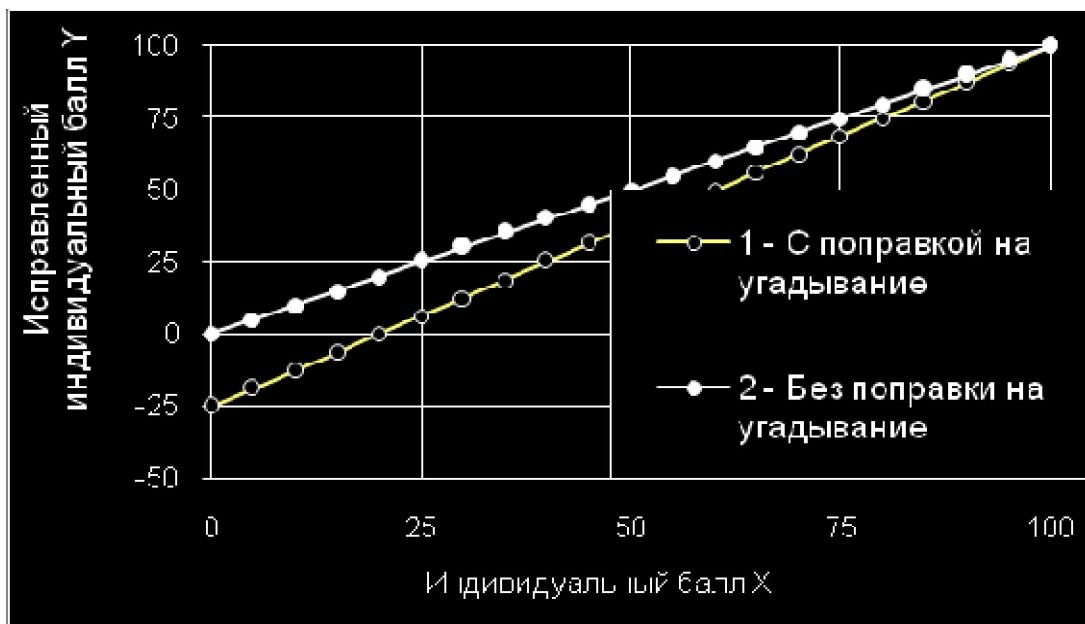


Рис. 36. Индивидуальный балл, исправленный с использованием  $\Delta p_1$

### ФОРМУЛА УЧЕТА НЕЛИНЕЙНЫХ ПОПРАВК НА УГАДЫВАНИЕ

Предположим, что поправка  $\Delta p$  нелинейно зависит от доли неправильных ответов следующим образом:

$$\Delta p = \mu \cdot q^n,$$

где  $n$  – натуральное число,  $\mu$  – некоторый коэффициент, подлежащий определению.

Для определения  $\mu$  примем во внимание два следующих обстоятельства.

Во-первых, в большинстве тестовых заданий, используемых на практике, значение  $k$  находится в пределах 3 ... 5.

Во-вторых, при малых значениях индивидуального балла испытуемого разумно предположить, что низкий уровень знаний способствует стремлению угадывать правильный ответ.

Что же считать низким уровнем знаний? Практически это следующие значения доли верных ответов:

$$p_0 = 0,2 \dots 0,3.$$

Из этих двух обстоятельств следует предположение, что

$$p_0 = \frac{1}{k} = \Delta p_{const}.$$

Иными словами, можно считать, что индивидуальный балл испытуемого полностью угадан и исправленный индивидуальный балл должен быть равен нулю, то есть

$$p_0 = \Delta p_{const} = \mu \cdot q^n.$$

Таким образом, получаем

$$p_0 = \frac{1}{k} = \mu q_0^n = \mu(1 - p_0)^n$$

или

$$\frac{1}{k} = \mu(1 - p_0)^n = \mu \left(1 - \frac{1}{k}\right)^n,$$

отсюда имеем

$$\frac{1}{k} = \mu \left(1 - \frac{1}{k}\right)^n.$$

Таким образом, коэффициент  $\mu$  равен

$$\mu = \frac{1}{k} \left(\frac{k}{k-1}\right)^n \quad (18)$$

Зная коэффициент  $\mu$ , мы можем записать выражение для исправленного индивидуального балла испытуемого.

$$Y = \left( p - \frac{1}{k} \left(\frac{kq}{k-1}\right)^n \right) \cdot M \quad (19).$$

Мы получили формулу, позволяющую вводить поправки на угадывание, используя различные нелинейные модели.

Ввиду важности обоснования этой формулы еще раз приведем оба положения, лежащие в основе рассуждений:

1) в практическом тестировании используются тестовые задания с  $k=3...5$ ;

2) значения  $p_0 = 0,3 \dots 0,2$  считаются низкими и полностью обусловленными угадыванием. Исходя из этого, мы можем приближенно считать, что  $p_0 = 1/k$ .

Используя выражение (4.1.6) для исправленного индивидуального балла испытуемого, рассмотрим различные модели коррекции и проведем их сравнительных анализ.

#### ФИКСИРОВАННАЯ ПОПРАВКА, $n=0$

Подставив  $n=0$  в формулу (19), получим тестовый балл с фиксированной поправкой (см. формулу (16)):

$$Y = X - \frac{N}{k}.$$

Как указывалось выше, фиксированные поправки не учитывают мотивацию испытуемых и малопригодны в педагогическом тестировании.

#### ЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ, $n = 1$

В этом случае из формулы (19) имеем:

$$Y = \left( p - \frac{q}{k-1} \right) \cdot M \quad (20).$$

Поскольку  $X = pM$  и  $W = qM$ , то можно переписать это выражение в другом виде:

$$Y = X - \frac{W}{k-1} \quad (21),$$

где  $W$  - количество неверных ответов испытуемого.

Эта формула хорошо известна и давно используется в практике тестирования. Линейная модель широко применяется и формула (21) приведена, например, в работе В.С. Аванесова [5].

В таблице 8 приведены значения исправленного индивидуального балла в линейной модели, а на рис. 30 – соответствующие зависимости.

Из таблицы 8 видно, что с ростом индивидуального балла испытуемого его поправка на угадывание стремится к нулю. В этой модели предполагается, что при 25% правильных ответов исправленный индивидуальный балл равен нулю ( $Y=0$ ), то есть объем знаний испытуемого равен нулю и все правильные ответы получены путем угадывания.

Таблица 8. Поправка на угадывание в линейном приближении, при  $k = 4$ .

X, индивидуальный балл	$\Delta X$ , поправка	Y, исправленный индивиду- альный балл
0	-33	-33
25	0	0
50	17	33
75	8	67
100	0	100

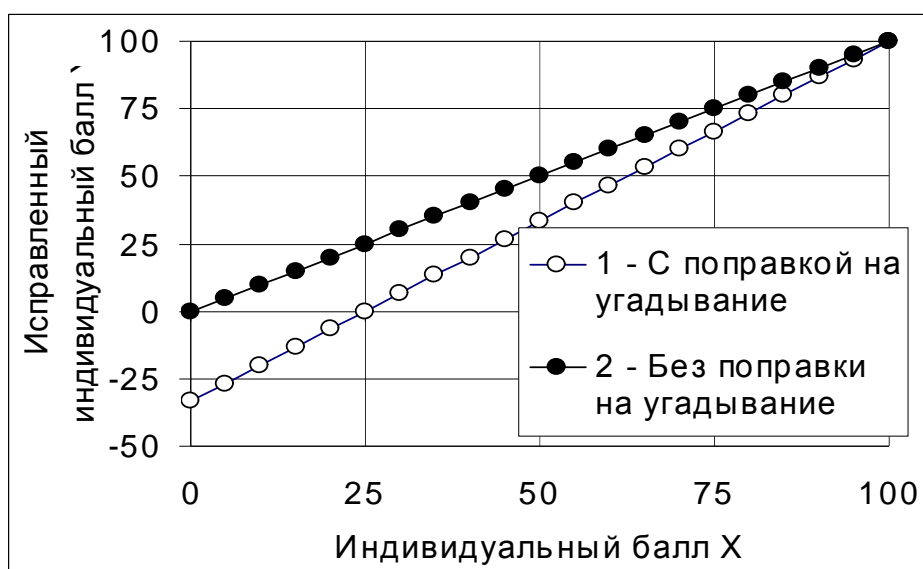


Рис. 37. Коррекция индивидуального балла в линейной модели

Если индивидуальный балл равен 100, то поправка отсутствует и исправленный индивидуальный балл совпадает с исходным, то есть тоже равен 100. В этом случае предполагается, что испытуемый не имел стимула отвечать наугад, так как располагал достаточно полным объемом знаний.

При низких индивидуальных баллах ( $X < 25$ ) получаются отрицательные поправки, что не имеет смысла. Поэтому в этих случаях следует просто считать, что исправленный индивидуальный балл просто равен нулю ( $Y=0$ ).

Отметим, что для  $X = 25$  следует  $Y = 0$ , что соответствует логике наших рассуждений.

### НЕЛИНЕЙНАЯ, ПАРАБОЛИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, $n = 2$

Подставив  $n = 2$  в формулу (19), получим для параболической модели выражение для исправленного индивидуального балла:

$$Y = \left( p - k \left( \frac{q}{k-1} \right)^2 \right) \cdot M \quad (22).$$

Таблица 9. Поправка на угадывание в параболическом приближении, при  $k = 4$ .

$X$ , индивидуальный балл	$\Delta X$ , поправка	$Y$ , исправленный индивидуальный балл
0	-44	-44
25	0	0
50	11	39
75	3	72
100	0	100

В этой модели, как и в предыдущем случае, для  $X = 25$  следует  $Y = 0$ . Из таблицы 9 следует, что наблюдается более жесткая реакция на угадывание для слабых испытуемых. Для сильных же испытуемых коррекция меньше, чем в линейной модели (20). Соответствующие графические зависимости приведены на рис. 38.

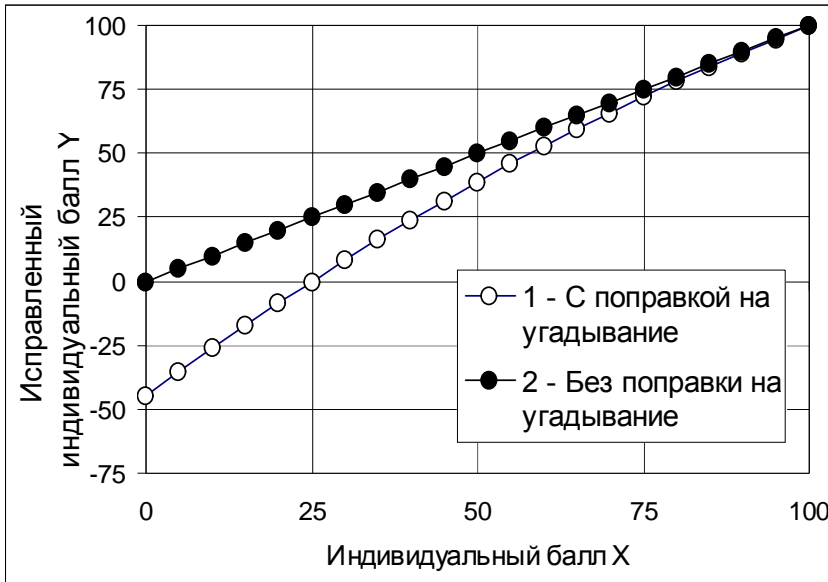


Рис. 38. Коррекция индивидуального балла в параболической модели

### НЕЛИНЕЙНАЯ, КУБИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, $n = 3$

Подставив  $n = 3$  в формулу (19), получим для кубической модели выражение для исправленного индивидуального балла:

$$Y = \left( p - k^2 \left( \frac{q}{k-1} \right)^3 \right) \cdot M \quad (23).$$

Результаты расчетов приведены в таблице 10 и на рис. 39.

Таблица 10. Поправка на угадывание в кубическом приближении, при  $k = 4$ .

X, индивидуальный балл	$\Delta X$ , поправка	Y, исправленный индивидуальный балл
0	-59	-59
25	0	0
50	7	43
75	1	74
100	0	100

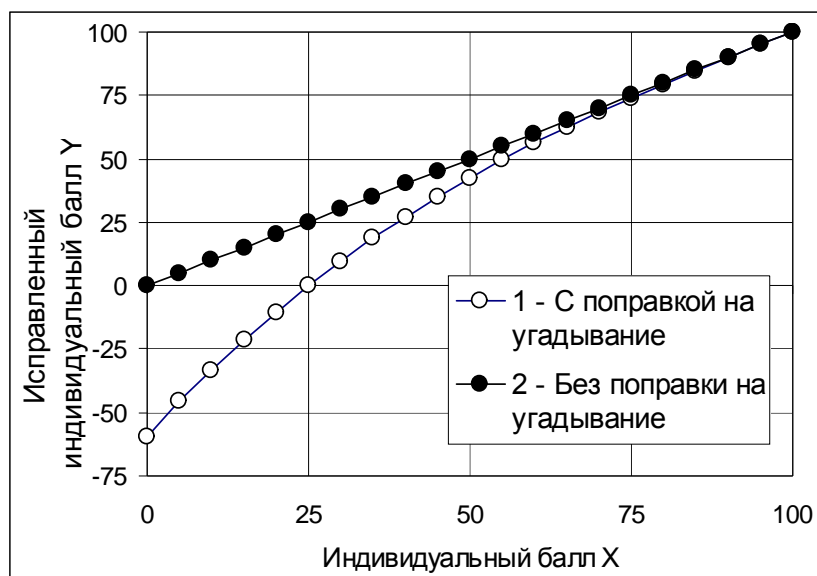


Рис. 39. Коррекция индивидуального балла в кубической модели

В кубической модели наблюдается усиление тенденции, проявившейся в параболической модели. К слабым испытуемым предъявляются еще более жесткие требования, а к сильным – значительно более мягкие.

Рассмотрение поправок для  $n > 3$  нами не проводится, так как тенденция ясна и практического значения сильно нелинейные модели почти не имеют.

В психологическом плане возрастание показателя  $n$  можно трактовать как усиление недоверия к слабым испытуемым и, наоборот, усиление доверия к сильным испытуемым.

Сфера применения тех или иных моделей определяется педагогическими условиями, в которых проводится тестирование. Возможны ситуации, когда можно обойтись вообще без коррекции тестового балла. Чаще всего коррекция все-таки нужна, что обусловлено педагогической целесообразностью, стремлением повысить валидность тестовых результатов.

Нелинейные модели можно рекомендовать к применению в группах с четко выраженным разделением на сильных и слабых испытуемых.



Таким образом, для правильной организации процесса тестирования необходимо вводить поправки на угадывание. При этом необходимо учитывать различие в мотивации к угадыванию у различных групп испытуемых.

## ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1) Как влияет фактор «угадывания» правильных ответов на достоверность результатов тестирования?

2) Как в результаты тестирования вводится фиксированная поправка на угадывание со стороны испытуемых?

3) Как в результаты тестирования вводится поправка на угадывание со стороны испытуемых в линейной модели?

4) Как в результаты тестирования вводится поправка на угадывание со стороны испытуемых в параболической модели?

5) Как в результаты тестирования вводится поправка на угадывание со стороны испытуемых в кубической модели?

6) Каким рекомендациям надо следовать при использовании поправок в линейной модели?

7) Каким рекомендациям надо следовать при использовании поправок в нелинейной модели?

#### 4.6 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ТЕСТОВЫХ БАЛЛОВ В ОЦЕНКИ

Широкое внедрение тестирования в образовательный процесс высших и средних учебных заведений и трудности восприятия тестовых результатов в образовательной практике часто вынуждают исследователей трансформировать тестовые баллы в привычные оценки. И хотя такого рода перевод данных снижает дисперсию тестовых результатов и ухудшает дифференцирующую способность теста, реальная практика часто заставляет представлять тестовые баллы в обычной системе школьной и вузовской пяти-четырёхбалльной шкалы. Подобная шкала отметок подвергается заслуженной критике, но тем не менее она обладает рядом достоинств, что и позволяет ей прочно сохранять свои позиции.

В. Аванесов отмечает, что оценки нередко путают с отметками. Отметки он считает численными аналогами оценочных суждений. Основная цель измерения в педагогике — это получение численных эквивалентов степени выраженности интересующего признака на интервальной шкале [1].

Несмотря на отмеченное принципиальное отличие оценок и отметок, в практике их почти всегда отождествляют. Видимо, это обусловлено устоявшейся на практике терминологией. В частности, в рекомендациях Федерального центра тестирования [43] под термином «оценка» понимается именно «отметка».

Главным достоинством пяти- и четырёхбалльной шкалы является ее простота, обусловленная ограниченной разрешающей способностью человека как измерительного инструмента. Педагогу достаточно легко отследить градации объема знаний в пределах 4 – 7 уровней. Если же ввести, например, 20-тибалльную шкалу отметок, то отличить 19 баллов от 20 педагог просто не сможет.

При математической обработке результатов тестирования, преобразовании их в отметки по той или иной процедуре, вычислении средней отметки следует иметь в виду, что отметки определены на порядковой шкале [14]. В частности, нельзя в качестве средней отметки использовать среднее арифметиче-

ское. А.И Орловым [38] показано, что, согласно законам нечисловой статистики, для определения среднего значения величины по порядковой шкале необходимо использовать не просто среднее арифметическое, а среднее арифметическое центральных членов вариационного ряда, то есть медиану. Среднее же арифметическое используется для интервальных шкал.

Важность корректного определения оценки обусловлена тем, что оценка является мощным педагогическим инструментом, посредством которого педагог весьма эффективно может влиять на учебный процесс.

Процедура перевода тестовых баллов в отметки включает в себя либо таблицу соответствия некоторого диапазона тестовых баллов отметкам, либо некоторое математическое выражение, позволяющее определить отметку.

#### МЕТОД ТАБЛИЦ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Остановимся сначала на таблицах. Разные авторы предлагают различные таблицы. Например, в работе В. Дубас [15] предлагается следующая таблица 11 (шкала оценок).

Таблица 11

«2»	«3»	«4»	«5»
$0,4 > V \geq 0,1$	$0,7 > V \geq 0,4$	$0,9 > V \geq 0,7$	$1 = V \geq 0,9$

В этой таблице  $V$  – относительный объем знаний.

Часто подобные таблицы содержат долю верных ответов по результатам тестирования, выраженную в процентах.

При использовании преобразующих таблиц всегда возникает вопрос об обоснованности именно такого соответствия тестовых баллов оценкам. Здесь возможны два подхода.

1) Шкала оценок формируется преподавателем самостоятельно и достаточно субъективно.

## МЕТОД НОМОГРАММ

Согласно этой таблице В. Дубас предлагает номограмму (рис. 40), позволяющую быстро осуществить процедуру перевода тестовых баллов в отметки.

Введем обозначения:

$N$  – максимальное количество баллов;

$X$  – индивидуальный балл испытуемого.

Рассмотрим пример использования номограммы. Допустим, что индивидуальный балл испытуемого составляет  $X=16$ . На номограмме отмечаем горизонтальную линию на высоте 16 единиц. Назовем эту линию линией индивидуального уровня. Эта линия индивидуального уровня пересекает графики почти всех отметок, а именно – «2», «3», «4» и «5».

Опуская перпендикуляры из точек пересечения линии индивидуального уровня с графиками отметок, мы найдем количество заданий  $M$  в тесте, для точного соответствия данной отметке. В таблице 12 приведены значения  $M$  в случае  $X=16$  для различных отметок.

Таблица 12.

Оценка	«1»	«2»	«3»	«4»	«5»
$N$	-	40	23	18	16

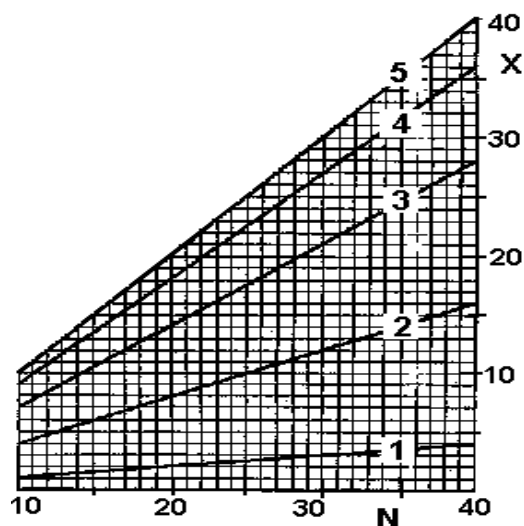


Рис. 40. Номограмма для определения отметки

На практике нас обычно интересует обратная задача – найти отметку при заданном значении  $N$ . В этом случае ответ получается неоднозначный. Вернемся к нашему примеру  $X=16$ . Допустим, что испытуемый прошел тест из 30 заданий. На номограмме проводим вертикальную линию, соответствующую значению  $N=30$ , и отмечаем точку пересечения с линией индивидуального уровня. Эта точка удалена от графика «2» на 5 единиц, а от графика «3» на 4 единицы. Таким образом, получаем, что отметка находится между «2» и «3», но ближе к «3».

Несмотря на широкое применение вычислительной техники в учебном процессе, подобные «подручные» методы расчета могут оказаться полезными.

#### МЕТОД ФОРМУЛ

В некоторых случаях предпочтительнее использование тех или иных формул для определения отметок. В этих случаях в уравнениях используются величины на интервальной шкале, а полученный результат (отметка) рассматривается на порядковой шкале. В частности, А. Молибог [34] предлагает приближенное соотношение следующего вида:

$$Y = 3,3 \lg(1/(1-V)),$$

где  $Y$  — оценка (отметка) в баллах ( $Y = 2, 3, 4, 5$ );

$V$ —объем знаний материала в долях от 1.

Кривая, соответствующая указанной выше зависимости, представлена на рис. 41.

Здесь обращает на себя внимание сильно нелинейная зависимость величины отметки от относительного объема знаний, а также высокий уровень требований к знаниям испытуемых. В частности, оценке «3» соответствует значение  $V=0.75$ , что довольно много.

Например, Федеральный центр тестирования предлагает следующую таблицу (таблица 13) по переводу тестовых баллов в отметки. Из этой таблицы видно, что  $V=0.75$  – это заведомо отличная оценка. Разумеется, подобные таб-

лицы преобразования тестовых баллов в отметки изначально субъективны и отражают множество скрытых факторов.

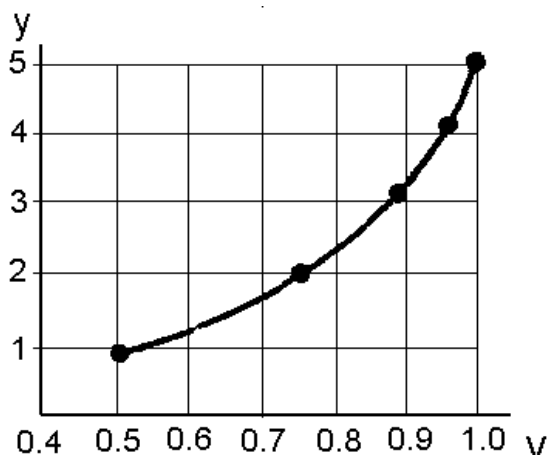


Рис. 41. Зависимость оценки Y от относительного объема знаний V

Тем не менее, такие таблицы представляется интересным классифицировать по типу зависимости «отметка – тестовый балл».

### ОБЩИЕ ЗАВИСИМОСТИ «ТЕСТОВЫЙ БАЛЛ – ОЦЕНКА»

Проследим общие закономерности разработки процедур преобразования тестовых баллов в оценки. Известно, что табулированные функции можно с той или иной степенью точности описать достаточно простыми уравнениями. В этой связи удобно анализировать не таблицы перевода, а поведение функций, описывающих эти таблицы.

В дальнейшем будем предполагать, что оценка  $y$  связана с индивидуальным баллом  $X$  испытуемого нелинейной зависимостью вида:

$$y = aX^n + b,$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $n$  – коэффициенты, подлежащие определению.

Таблица 13. Рекомендации по переводу тестового балла централизованного тестирования (вузовского) в пятибалльную шкалу оценок в 2005 году [43].

Предмет	«2»	«3»	«4»	«5»
1. Русский язык	0 – 36	37 – 50	51 – 65	66 – 100

2. Математика	0 – 34	35 – 48	49 – 67	68 – 100
3. Физика	0 – 37	38 – 47	48 – 65	66 – 100
4. Химия	0 – 33	34 – 48	49 – 69	70 – 100
5. Информатика	0 – 36	37 – 48	49 – 67	68 – 100
6. Биология	0 – 36	37 – 49	50 – 65	66 – 100
7. История России	0 – 38	39 – 49	50 – 62	63 – 100
8. География	0 – 38	39 – 48	49 – 61	62 – 100
9. Английский язык	0 – 36	37 – 49	50 – 66	67 – 100
10. Немецкий язык	0 – 36	37 – 48	49 – 65	66 – 100
11. Французский язык	0 – 35	36 – 50	51 – 65	66 – 100
12. Обществознание	0 – 36	37 – 50	51 – 63	64 – 100

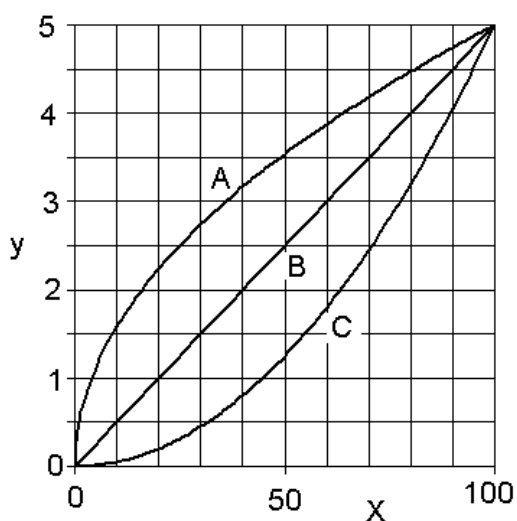


Рис. 42. Теоретические зависимости оценки  $Y$  от тестового балла  $X$

Из этих коэффициентов нас будет интересовать коэффициент  $n$ , определяющий тип зависимости (рис. 42).

При  $n=1$  мы получаем линейную зависимость, обозначенную на рис. 35 символом В.

Кривая А соответствует случаю  $n<1$  и характеризует сублинейную зависимость.

Кривая С соответствует случаю  $n > 1$  и характеризует надлинейную зависимость.

В случае линейной зависимости ( $n = 1$ ) наблюдается прямая пропорциональная зависимость между оценками и индивидуальным баллом. Это самая простая зависимость, но на практике она, как правило, не используется.

В частности, из рис. 41 видно, что А. Молибог использует надлинейную зависимость.

В. Дубас считает, что диапазон «четверки» должен быть несколько уже диапазона «тройки». Из таблицы 11 также следует надлинейная зависимость с  $n = 1,4$ .

$$y = 0,006 X^{1,4} + 1,8$$

Соответствующая надлинейная зависимость показана на рис. 43 кружочками.

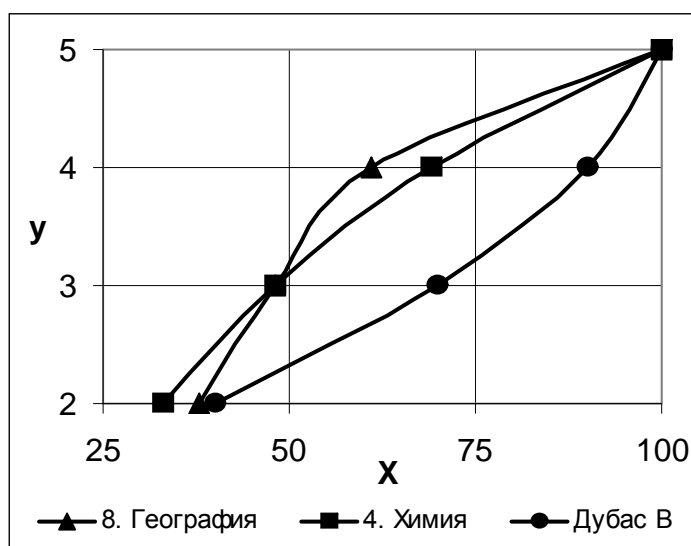


Рис. 43. Реальные зависимости оценки Y от тестового балла X

Примеры сублинейных зависимостей можно взять из таблицы 13 [43]. На рис. 36 выборочно показаны зависимости для географии (треугольники) и химии (квадратики).

Шкала по географии представляет собой яркий пример сублинейной зависимости. Для химии это свойство выражено слабее. Для остальных предме-



тов результаты занимают промежуточное положение между географией и химией.

Значение  $n < 1$  (сублинейные зависимости) означает, что исследователь в первую очередь интересуется повышенной дифференцирующей способностью используемой шкалы в области низких отметок. Надлинейные же зависимости с  $n > 1$  используются, когда стремятся повысить дифференцирующую способность шкалы преобразования в области высоких оценок.

Сублинейные зависимости, видимо, следует использовать для тестов, содержащих задания повышенной трудности. Это связано с тем, что в случае трудных заданий основная доля испытуемых будет получать относительно низкие индивидуальные баллы. Тогда область повышенной дифференцирующей способности выгодно переместить к началу шкалы, т.е. в область низких отметок. Для тестов же с относительно легкими заданиями желательно использование надлинейных зависимостей.

Таким образом, при разработке процедуры преобразования тестовых баллов в традиционные отметки (оценки) следует применять сублинейные или надлинейные зависимости, обращая внимание на характеристики как теста, так и испытуемых.

## ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) Чем отметки отличаются от оценок?
- 2) Какие типы шкал используются при определении школьной отметки?
- 3) Допустимо ли применять среднее арифметическое при определении средней отметки учащегося, например за учебный год?
- 4) Охарактеризуйте табличный метод преобразования тестовых баллов в отметки.
- 5) Охарактеризуйте метод номограмм для преобразования тестовых баллов в отметки.
- 6) Охарактеризуйте метод формул преобразования тестовых баллов в отметки.
- 7) Опишите рекомендации по использованию линейных, сублинейных и надлинейных зависимостей отметок от тестовых баллов.

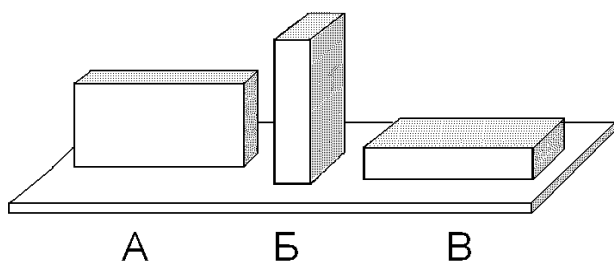
## ГЛАВА 5. ТЕСТЫ ПО ФИЗИКЕ

В данной главе приводятся примеры тестов по физике для средних общеобразовательных учреждений.

Отличительной особенностью тестов является широкое использование графического материала при формулировании основной части тестового задания. На наш взгляд, подобный подход весьма плодотворен при обучении физике, поскольку при этом учащиеся вынуждены активно преобразовывать невербальную информацию в текстовую. Подобные преобразования способствуют прочному закреплению учебного материала.

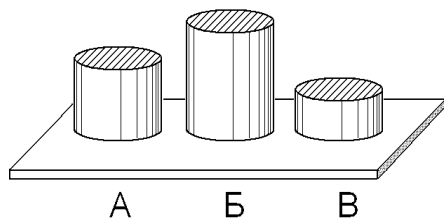
### 5.1 ДАВЛЕНИЕ. Вариант-1. Тест-1Б

1. НАИБОЛЬШЕЕ ДАВЛЕНИЕ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ОКАЗЫВАЕТ ТЕЛО



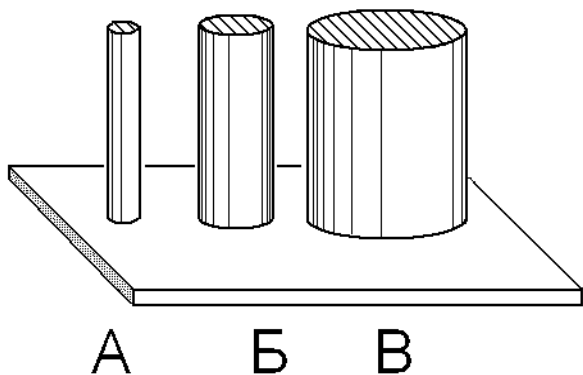
- 1) А.
- 2) Б.
- 3) В.

2. НАИБОЛЬШЕЕ ДАВЛЕНИЕ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ОКАЗЫВАЕТ ЦИЛИНДР



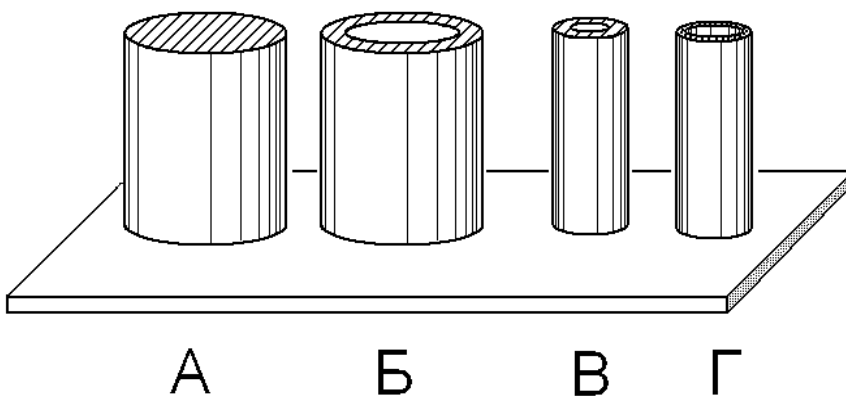
- 1) А.
- 2) Б.
- 3) В.

3. ЦИЛИНДРЫ ОКАЗЫВАЮТ ДАВЛЕНИЕ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ



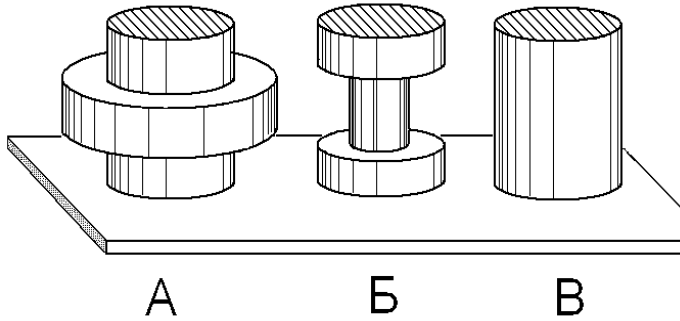
- 1) А – наибольшее, В – наименьшее.
- 2) А – наименьшее, В – наибольшее.
- 3) А, Б и В – одинаковое.

4. ЦИЛИНДРЫ ОКАЗЫВАЮТ ДАВЛЕНИЕ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ



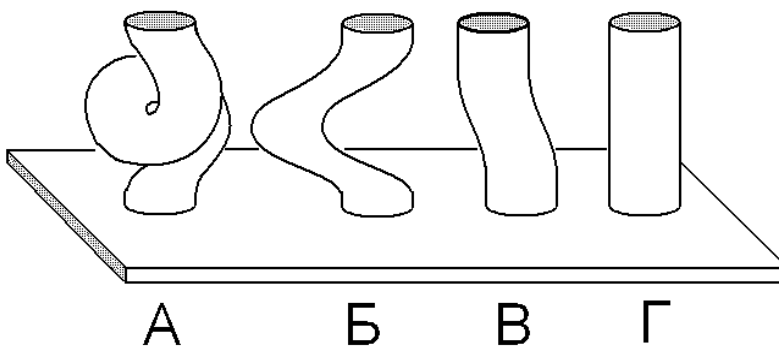
- 1) А – наибольшее, Г – наименьшее, Б и В – промежуточное.
- 2) А – наименьшее, Г – наибольшее, Б и В – промежуточное.
- 3) А, Б, В и Г – одинаковое.

5. ЦИЛИНДРЫ ОКАЗЫВАЮТ ДАВЛЕНИЕ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ



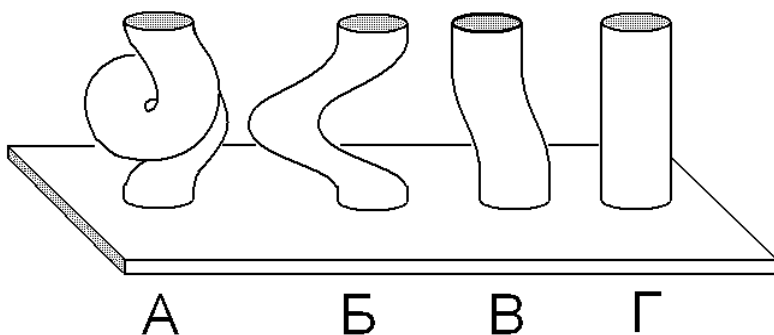
- 1) А – наибольшее, Б – наименьшее, В – промежуточное.
- 2) А – наибольшее, Б – промежуточное, В – наименьшее.
- 3) А – промежуточное, Б – наименьшее, В – наибольшее.

6. ТЕЛА ОКАЗЫВАЮТ ДАВЛЕНИЕ НА ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ



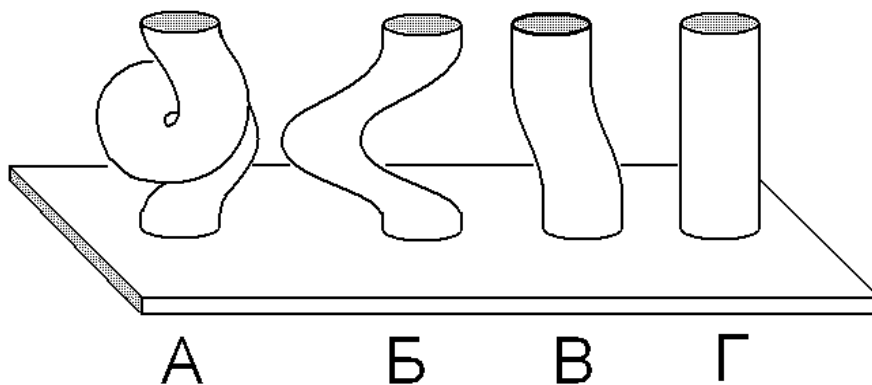
- 1) А – наименьшее, Г – наибольшее, Б и В – промежуточное.
- 2) А – наибольшее, Г – наименьшее, Б и В – промежуточное.
- 3) А и Б – промежуточное, В – наименьшее, Г – наибольшее.

7. ЖИДКОСТЬ В СОСУДЕ ОКАЗЫВАЕТ ДАВЛЕНИЕ НА ЕГО ДНО



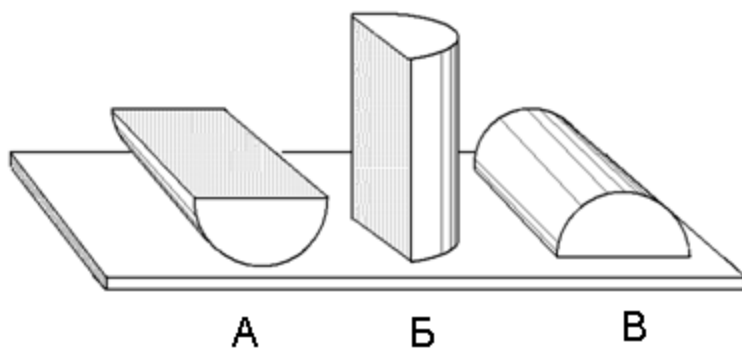
- 1) А – наименьшее, Г – наибольшее, Б и В – промежуточное.
- 2) А – наибольшее, Г – наименьшее, Б и В – промежуточное.
- 3) А и Б – промежуточное, В – наименьшее, Г – наибольшее.
- 4) А, Б, В и Г – одинаково.

8. ГАЗ ОДНОЙ И ТОЙ ЖЕ ПЛОТНОСТИ ОКАЗЫВАЕТ ДАВЛЕНИЕ НА ДНО СОСУДА



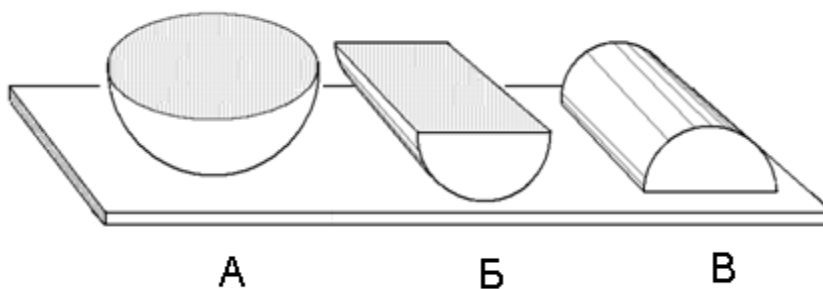
- 1) А – наименьшее, Г – наибольшее, Б и В – промежуточное.
- 2) А – наибольшее, Г – наименьшее, Б и В – промежуточное.
- 3) А и Б – промежуточное, В – наименьшее, Г – наибольшее.
- 4) А, Б, В и Г – одинаковое.

9. ТЕЛА ОДИНАКОВОЙ МАССЫ ОКАЗЫВАЮТ ДАВЛЕНИЕ НА  
ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ



- 1) А – наименьшее, В – наибольшее, Б – промежуточное.
- 2) А – наибольшее, Б – наименьшее, В – промежуточное.
- 3) А и Б – промежуточное, В – наименьшее.
- 4) А, Б и В – одинаковое.

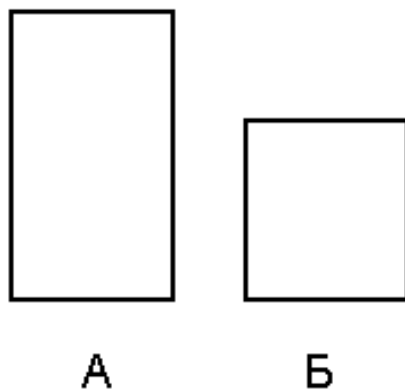
10. ТЕЛА ОДИНАКОВОЙ МАССЫ ОКАЗЫВАЮТ ДАВЛЕНИЕ НА  
ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ



- 1) А – наименьшее, В – наибольшее, Б – промежуточное.
- 2) А – наибольшее, Б – наименьшее, В – промежуточное.
- 3) А и Б – промежуточное, В – наименьшее.
- 4) А, Б и В – одинаковое.

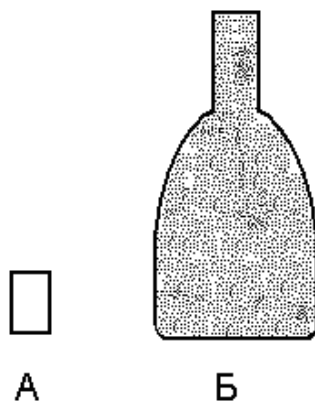
## 5.2 СИЛА АРХИМЕДА. Вариант-1. Тест-2А

1. В АКВАРИУМ С ВОДОЙ ПОГРУЖЕНЫ ДВА ЦИЛИНДРА. АРХИМЕДОВА СИЛА БОЛЬШЕ ДЛЯ ЦИЛИНДРА



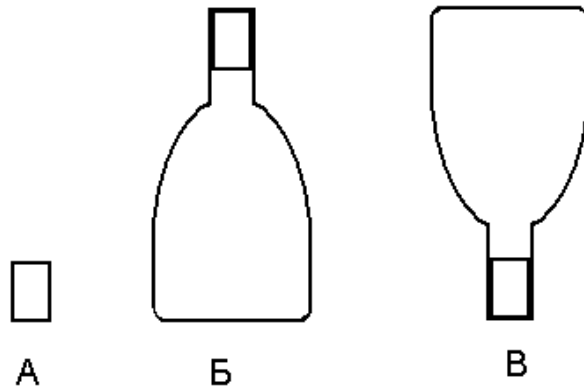
- 1) А.
- 2) Б.

2. В АКВАРИУМ С ВОДОЙ ПОГРУЖЕНЫ ПРОБКА (А) И БУТЫЛКА (Б), СДЕЛАННАЯ ИЗ СПЛОШНОГО СТЕКЛА. АРХИМЕДОВА СИЛА ( $F_A$ ,  $F_B$ ) БОЛЬШЕ В СЛУЧАЕ



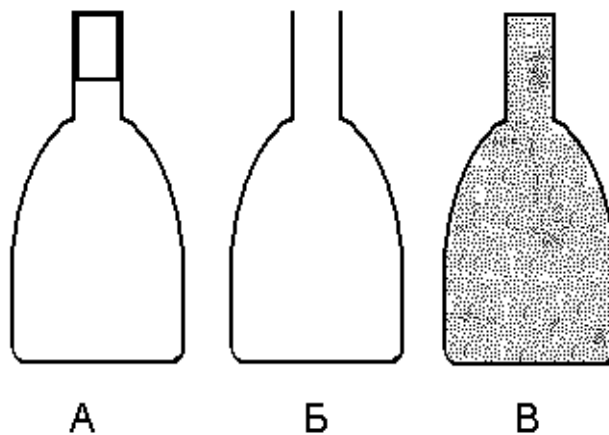
- 1) А.
- 2) Б.

3. В АКВАРИУМ С ВОДОЙ ПОГРУЖЕНЫ ПРОБКА (А) И ДВЕ БУТЫЛКИ (Б И В), ЗАКУПОРЕННЫЕ ПРОБКАМИ. ВЕРНЫМ ЯВЛЯЕТСЯ СООТНОШЕНИЕ ДЛЯ АРХИМЕДОВОЙ СИЛЫ ( $F_A$ ,  $F_B$ ,  $F_V$ )



- 1)  $F_B > F_V$ ,  $F_B > F_A$ .
- 2)  $F_B < F_V$ ,  $F_B > F_A$ .
- 3)  $F_B = F_V$ ,  $F_B > F_A$ .

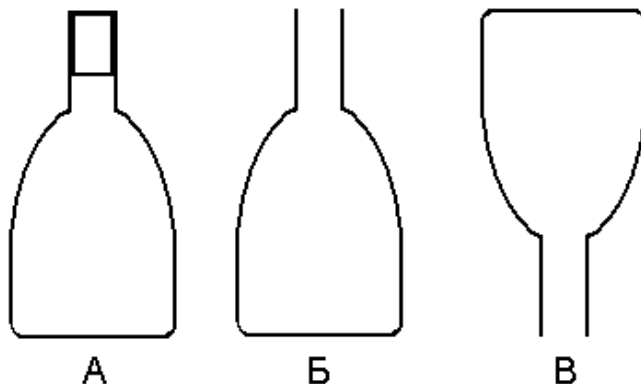
4. В АКВАРИУМ С ВОДОЙ ПОГРУЖЕНЫ ТРИ БУТЫЛКИ. ПЕРВАЯ ЗАКУПОРЕНА ПРОБКОЙ (А). ВТОРАЯ ОТКРЫТА (Б). ТРЕТЬЯ СДЕЛАНА СПЛОШНОЙ ИЗ СТЕКЛА (В). УКАЖИТЕ ВЕРНОЕ СООТНОШЕНИЕ ДЛЯ АРХИМЕДОВОЙ СИЛЫ ( $F_A$ ,  $F_B$ ,  $F_V$ )



- 1)  $F_A = F_V$ ,  $F_A > F_B$ .
- 2)  $F_A = F_V$ ,  $F_A < F_B$ .
- 3)  $F_A = F_B$ ,  $F_A > F_V$ .

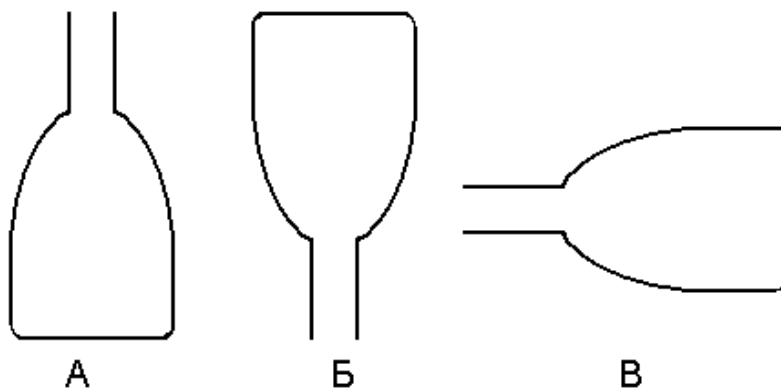


5. В АКВАРИУМ С ВОДОЙ ПОГРУЖЕНЫ ТРИ БУТЫЛКИ. ПЕРВАЯ ЗАКУПОРЕНА, ОСТАЛЬНЫЕ – ОТКРЫТЫЕ. УКАЖИТЕ ВЕРНОЕ СООТНОШЕНИЕ ДЛЯ АРХИМЕДОВОЙ СИЛЫ ( $F_A$ ,  $F_B$ ,  $F_B$ )



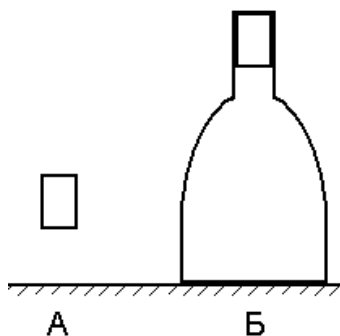
- 1)  $F_A > F_B > F_B$ .
- 2)  $F_B > F_B > F_A$ .
- 3)  $F_B > F_A > F_B$ .

6. В АКВАРИУМ С ВОДОЙ ПОГРУЖЕНЫ ТРИ ОТКРЫТЫЕ БУТЫЛКИ. УКАЖИТЕ ВЕРНОЕ СООТНОШЕНИЕ ДЛЯ АРХИМЕДОВОЙ СИЛЫ ( $F_A$ ,  $F_B$ ,  $F_B$ )



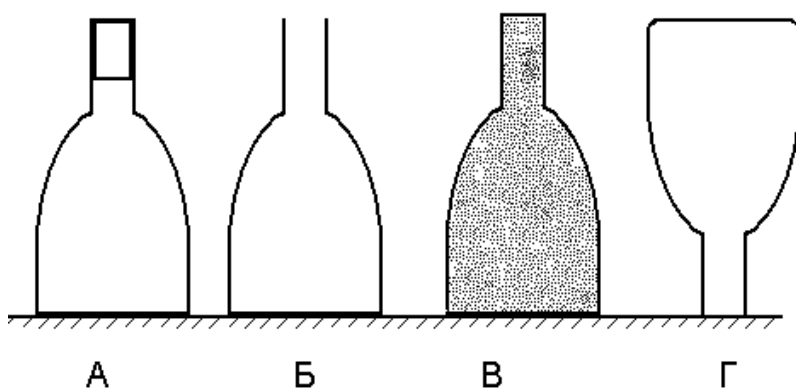
- 1)  $F_B > F_B > F_A$ .
- 2)  $F_B > F_A > F_B$ .
- 3)  $F_A > F_B > F_B$ .

7. В АКВАРИУМ С ВОДОЙ ПОГРУЖЕНА ПРОБКА. НА ДНО АКВАРИУМА ПОСТАВЛЕНА ЗАКУПОРЕННАЯ БУТЫЛКА. ДНО АКВАРИУМА И СТЕНКИ БУТЫЛКИ НЕ СМАЧИВАЮТСЯ ВОДОЙ. УКАЖИТЕ ВЕРНОЕ СООТНОШЕНИЕ ДЛЯ АРХИМЕДОВОЙ СИЛЫ ( $F_A$   $F_B$ )



- 1)  $F_A > F_B$
- 2)  $F_A < F_B$
- 3)  $F_A = F_B$

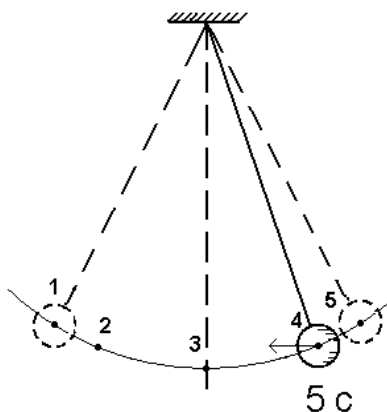
8. НА ДНО АКВАРИУМА ПОСТАВЛЕНЫ ЧЕТЫРЕ БУТЫЛКИ. ПЕРВАЯ ЗАКУПОРЕНА (А), ВТОРАЯ И ЧЕТВЕРТАЯ – ОТКРЫТЫЕ (Б И Г). ТРЕТЬЯ ИЗ СПЛОШНОГО СТЕКЛА. ДНО АКВАРИУМА И СТЕНКИ БУТЫЛОК НЕ СМАЧИВАЮТСЯ ВОДОЙ. УКАЖИТЕ ВЕРНОЕ СООТНОШЕНИЕ ДЛЯ АРХИМЕДОВОЙ СИЛЫ ( $F_A$ ,  $F_B$ ,  $F_B$ ,  $F_G$ )



- 1)  $F_A = F_B = F_B$ ,  $F_G > 0$ .
- 2)  $F_A = F_B = F_B = F_G$ .
- 3)  $F_G = F_B = F_B$ ,  $F_A > 0$ .

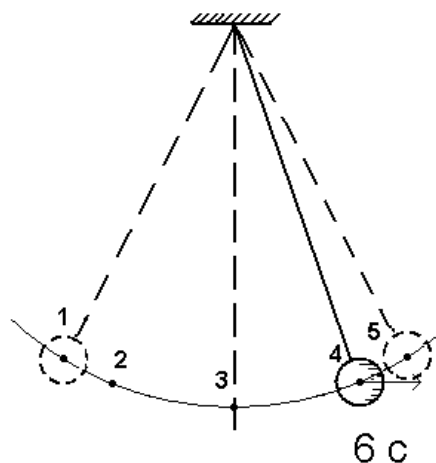
### 5.3 МАЯТНИК. Вариант 1

1. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ПЕРВОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). К МОМЕНТУ, КОГДА МАЯТНИК ДОСТИГ ТОЧКИ 4, ПРОШЛО 5 С. СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА. ЧЕМУ РАВЕН ПЕРИОД  $T$ ?



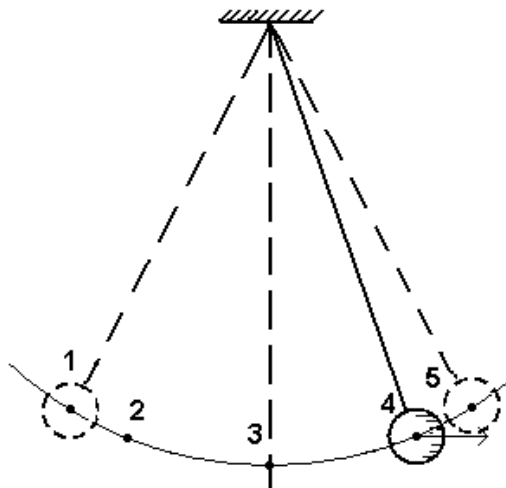
- A) 1 с.            В) 4 с.  
Б) 2 с.            + Г) 8 с.

2. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ПЕРВОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). К МОМЕНТУ, КОГДА МАЯТНИК ДОСТИГ ТОЧКИ 4, ПРОШЛО 6 С. СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА. ЧЕМУ РАВЕН ПЕРИОД  $T$ ?



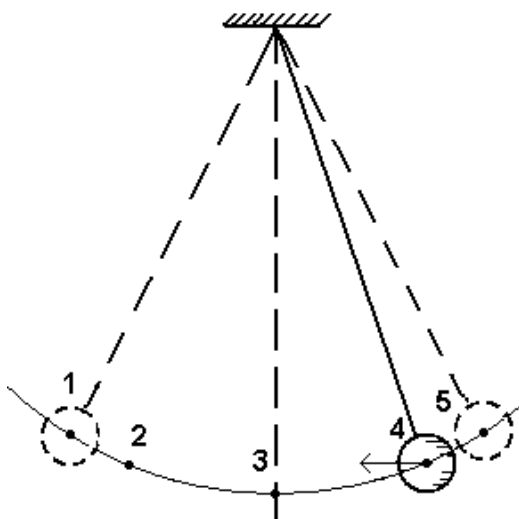
- A) 2 с.            В) 8 с.            Б) 4 с.            + Г) 16 с.

3. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ВТОРОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). К МОМЕНТУ, КОГДА МАЯТНИК ДОСТИГ ТОЧКИ 4, ПРОШЛО 22 С. СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА. ЧЕМУ РАВЕН ПЕРИОД  $T$ ?



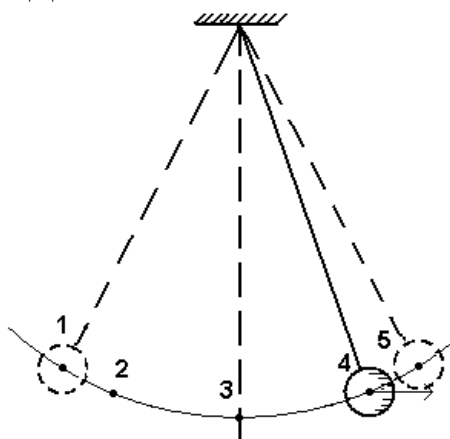
- A) 2 с.      В) 8 с.      Б) 4 с.      + Г) 16 с.

4. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ВТОРОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). К МОМЕНТУ, КОГДА МАЯТНИК ДОСТИГ ТОЧКИ 4, ПРОШЛО 13 С. СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА. ЧЕМУ РАВЕН ПЕРИОД  $T$ ?



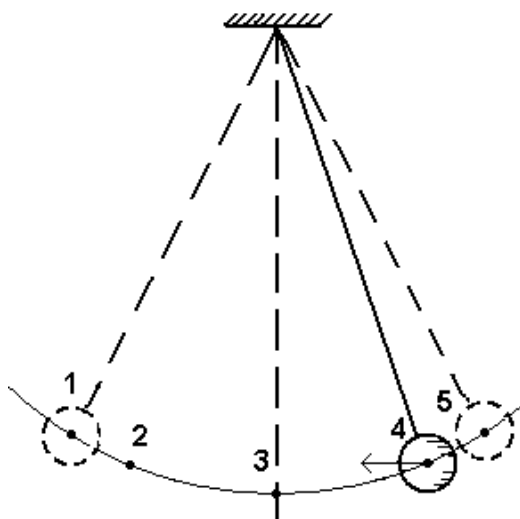
- A) 1 с.      В) 4 с.      Б) 2 с.      + Г) 8 с.

5. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ВТОРОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). К МОМЕНТУ, КОГДА МАЯТНИК ДОСТИГ ТОЧКИ 4, ПРОШЛО 33 С. СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА. В КАКОЙ ТОЧКЕ МАЯТНИК ОКАЖЕТСЯ НА 39-Й СЕКУНДЕ?



- А) 1.                      В) 3.                      Д) 5.                      Б) 2.                      + Г) 4.

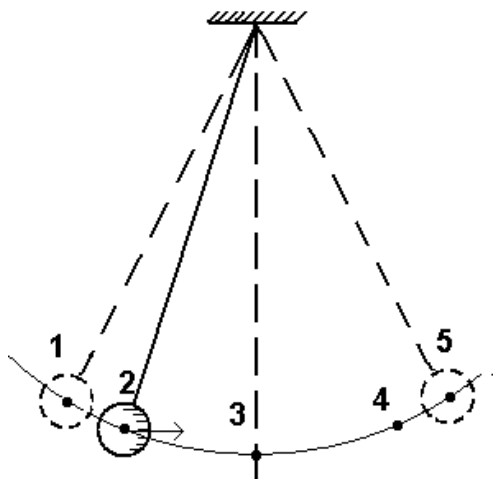
6. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ПЕРВОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). К МОМЕНТУ, КОГДА МАЯТНИК ДОСТИГ ТОЧКИ 4, ПРОШЛО 5 С. СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА. В КАКОЙ ТОЧКЕ МАЯТНИК ОКАЖЕТСЯ НА 9-Й СЕКУНДЕ?



- А) 1.                      В) 3.                      Д) 5.                      + Б) 2.                      Г) 4.

7. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК № 1 НАХОДИТСЯ НА ЛУНЕ, А № 2 – НА ЗЕМЛЕ. МАЯТНИК № 1 НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ПЕРВОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА.

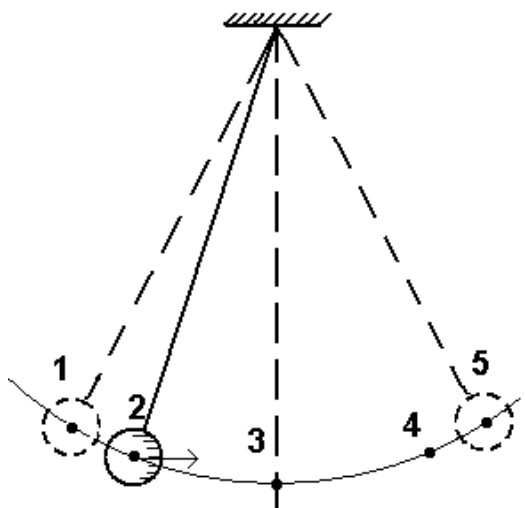
СКОЛЬКО КОЛЕБАНИЙ СОВЕРШИТ МАЯТНИК № 2, КОГДА МАЯТНИК № 1 ОКАЖЕТСЯ В ТОЧКЕ 2?



- А) 1.      Б) 2.      В) 3.      Г) 1,5.      + Д) 2,5      Е) 3,5.

8. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК № 1 НАХОДИТСЯ НА ЛУНЕ, А № 2 – НА ЗЕМЛЕ. МАЯТНИК № 1 НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ПЕРВОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА.

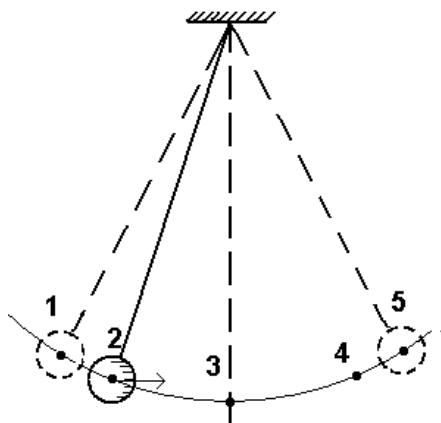
В КАКОЙ ТОЧКЕ ОКАЖЕТСЯ МАЯТНИК № 2, КОГДА МАЯТНИК № 1 ОКАЖЕТСЯ В ТОЧКЕ 2?



- А) между 1 и 2.      В) между 3 и 4.      Б) между 2 и 3.      + Г) между 4 и 5.

9. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МАЯТНИКИ № 1 И № 2 ИМЕЮТ РАЗНУЮ ДЛИНУ. МАЯТНИКИ НАЧИНАЮТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА.

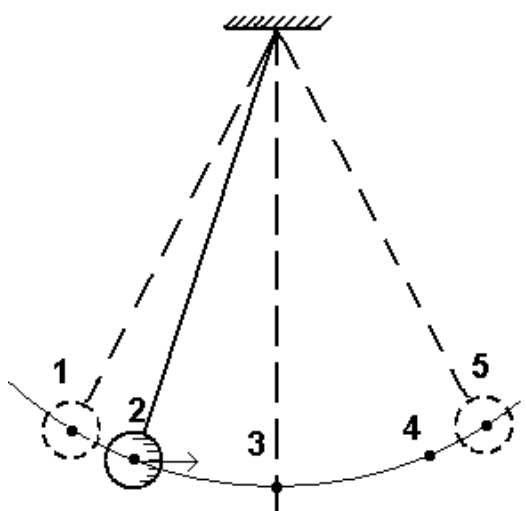
КОГДА МАЯТНИК № 1 ОКАЗАЛСЯ В ТОЧКЕ 2, МАЯТНИК № 2 ОКАЗАЛСЯ В Т.4. ДЛИНА КАКОГО МАЯТНИКА БОЛЬШЕ?



- + А) № 1.      Б) № 2.      В) длина одинакова.

10. ОДИН ИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МАЯТНИКОВ № 1 И № 2, НАХОДИТСЯ НА ЗЕМЛЕ, А ДРУГОЙ НА ЛУНЕ. МАЯТНИКИ НАЧИНАЮТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА.

КОГДА МАЯТНИК № 1 ОКАЗАЛСЯ В ТОЧКЕ 2, МАЯТНИК № 2 ОКАЗАЛСЯ В Т.4. ГДЕ НАХОДИТСЯ МАЯТНИК № 2?

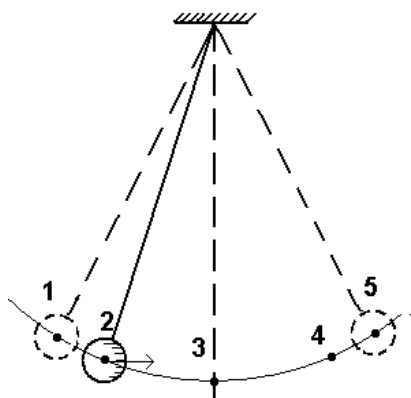


- + А) на Земле.      Б) на Луне.

### 5.4 МАЯТНИК. Вариант 2

1. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК № 1 НАХОДИТСЯ НА ЛУНЕ, А № 2 – НА ЗЕМЛЕ. МАЯТНИК № 1 НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ПЕРВОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА.

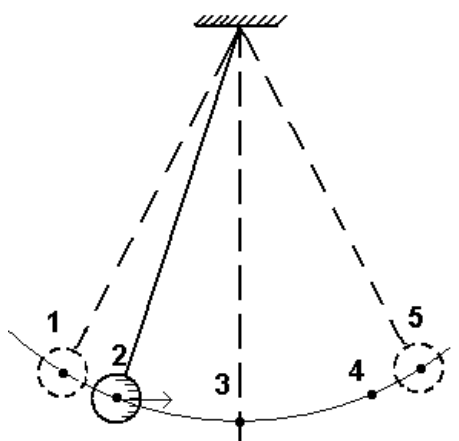
СКОЛЬКО КОЛЕБАНИЙ СОВЕРШИТ МАЯТНИК № 2, КОГДА МАЯТНИК № 1 ОКАЖЕТСЯ В ТОЧКЕ 2?



- А) 1.      Б) 2.      В) 3.      Г) 1,5.      + Д) 2,5.      Е) 3,5.

2. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК № 1 НАХОДИТСЯ НА ЛУНЕ, А № 2 – НА ЗЕМЛЕ. МАЯТНИК № 1 НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ПЕРВОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА.

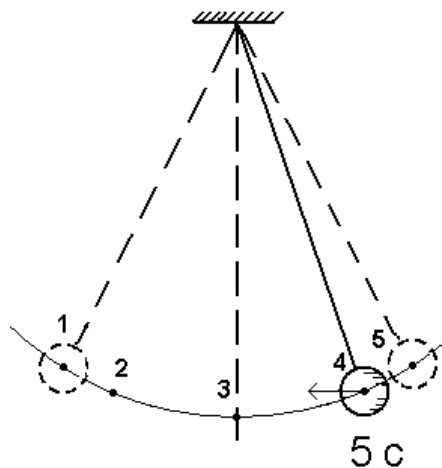
В КАКОЙ ТОЧКЕ ОКАЖЕТСЯ МАЯТНИК № 2, КОГДА МАЯТНИК № 1 ОКАЖЕТСЯ В ТОЧКЕ 2?



- А) между 1 и 2.      В) между 3 и 4.  
Б) между 2 и 3.      + Г) между 4 и 5.

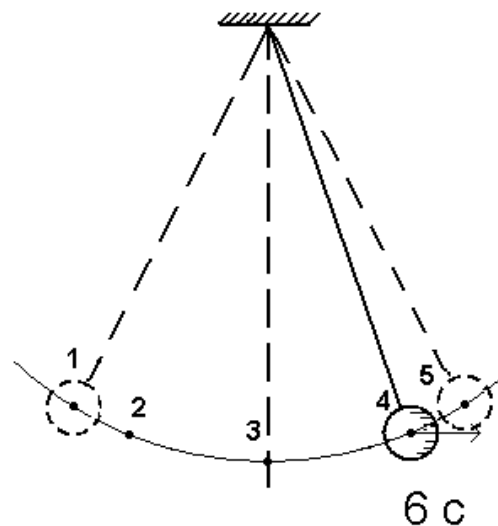


3. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ПЕРВОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). К МОМЕНТУ, КОГДА МАЯТНИК ДОСТИГ ТОЧКИ 4, ПРОШЛО 5 С. СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА. ЧЕМУ РАВЕН ПЕРИОД  $T$ ?



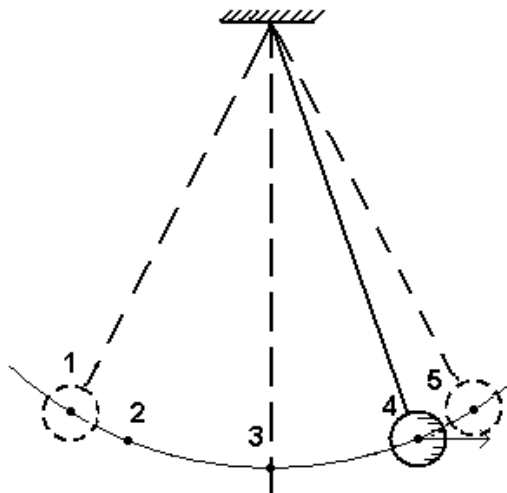
- А) 1 с.      Б) 4 с.      В) 2 с.      + Г) 8 с.

4. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ПЕРВОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). К МОМЕНТУ, КОГДА МАЯТНИК ДОСТИГ ТОЧКИ 4, ПРОШЛО 6 С. СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА. ЧЕМУ РАВЕН ПЕРИОД  $T$ ?



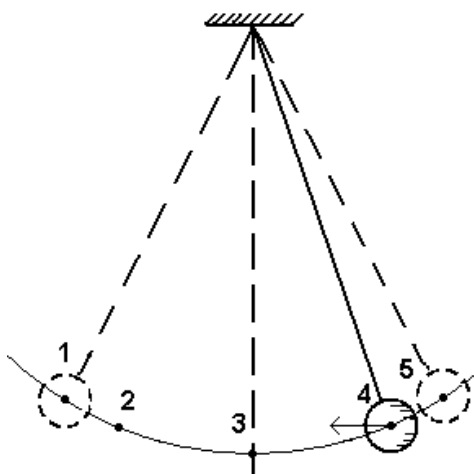
- А) 2 с.      Б) 8 с.      В) 4 с.      + Г) 16 с.

5. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ВТОРОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). К МОМЕНТУ, КОГДА МАЯТНИК ДОСТИГ ТОЧКИ 4, ПРОШЛО 22 С. СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА. ЧЕМУ РАВЕН ПЕРИОД  $T$ ?



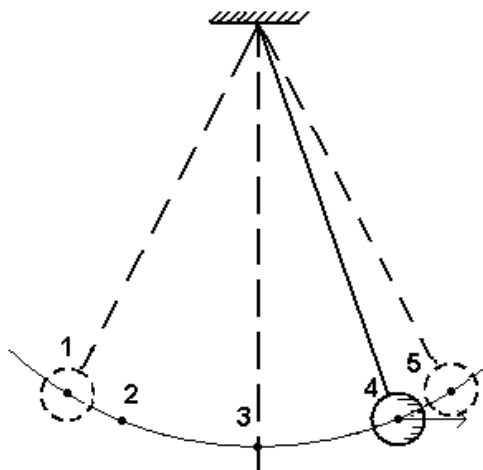
- A) 2 с.      Б) 8 с.      В) 4 с.      + Г) 16 с.

6. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ВТОРОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). К МОМЕНТУ, КОГДА МАЯТНИК ДОСТИГ ТОЧКИ 4, ПРОШЛО 13 С. СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА. ЧЕМУ РАВЕН ПЕРИОД  $T$ ?



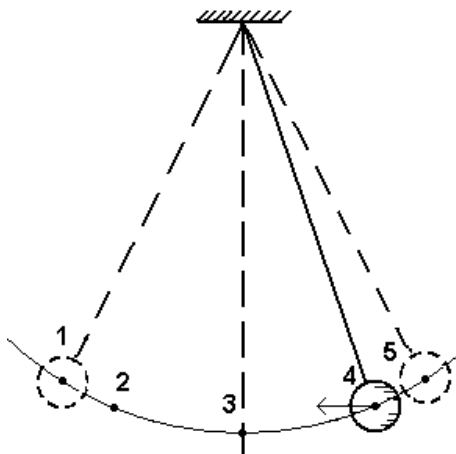
- A) 1 с.      Б) 4 с.  
 Б) 2 с.      + Г) 8 с.

7. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ВТОРОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). К МОМЕНТУ, КОГДА МАЯТНИК ДОСТИГ ТОЧКИ 4, ПРОШЛО 33 С. СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА. В КАКОЙ ТОЧКЕ МАЯТНИК ОКАЖЕТСЯ НА 39-Й СЕКУНДЕ?



- А) 1.      Б) 3.      В) 5.      Г) 2.      + Д) 4.

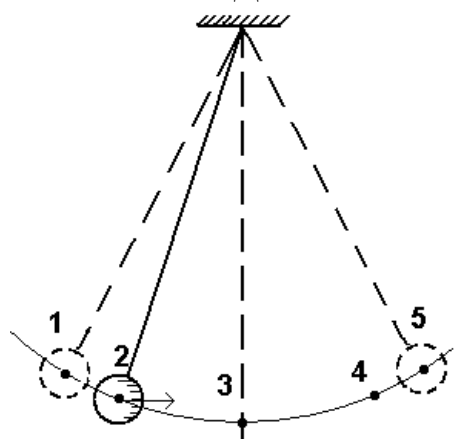
8. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК НАЧИНАЕТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1 И СОВЕРШАЕТ ПЕРВОЕ КОЛЕБАНИЕ. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). К МОМЕНТУ, КОГДА МАЯТНИК ДОСТИГ ТОЧКИ 4, ПРОШЛО 5 С. СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА. В КАКОЙ ТОЧКЕ МАЯТНИК ОКАЖЕТСЯ НА 9-Й СЕКУНДЕ?



- А) 1.      Б) 3.      В) 5.      + Г) 2.      Д) 4.

9. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МАЯТНИКИ № 1 И № 2 ИМЕЮТ РАЗНУЮ ДЛИНУ. МАЯТНИКИ НАЧИНАЮТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА.

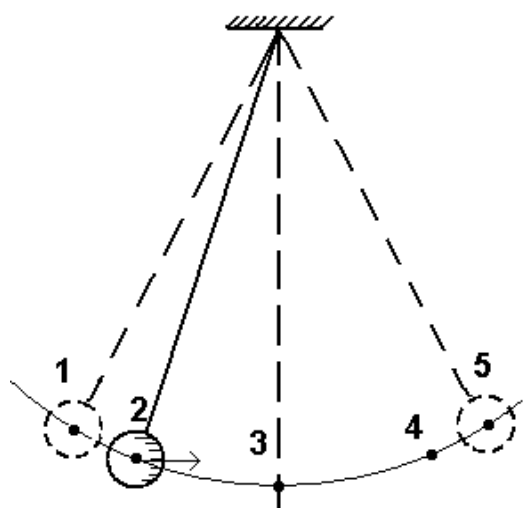
КОГДА МАЯТНИК № 1 ОКАЗАЛСЯ В ТОЧКЕ 2, МАЯТНИК № 2 ОКАЗАЛСЯ В Т.4. ДЛИНА КАКОГО МАЯТНИКА БОЛЬШЕ?



+А) № 1.      Б) № 2.      В) длина одинакова.

10. ОДИН ИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МАЯТНИКОВ № 1 И № 2, НАХОДИТСЯ НА ЗЕМЛЕ, А ДРУГОЙ НА ЛУНЕ. МАЯТНИКИ НАЧИНАЮТ ДВИЖЕНИЕ ИЗ ТОЧКИ 1. ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ ТОЧКАМИ РАВЕН  $T/8$  ( $T$ -ПЕРИОД КОЛЕБАНИЙ). СТРЕЛКА УКАЗЫВАЕТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА.

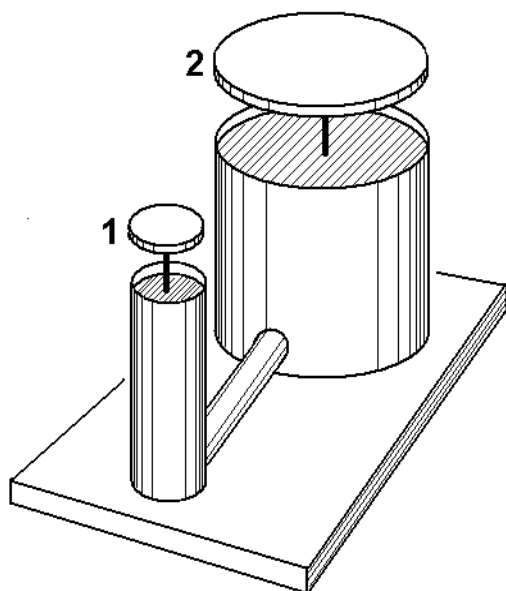
КОГДА МАЯТНИК № 1 ОКАЗАЛСЯ В ТОЧКЕ 2, МАЯТНИК № 2 ОКАЗАЛСЯ В Т.4. ГДЕ НАХОДИТСЯ МАЯТНИК № 2?



+А) на Земле      Б) на Луне

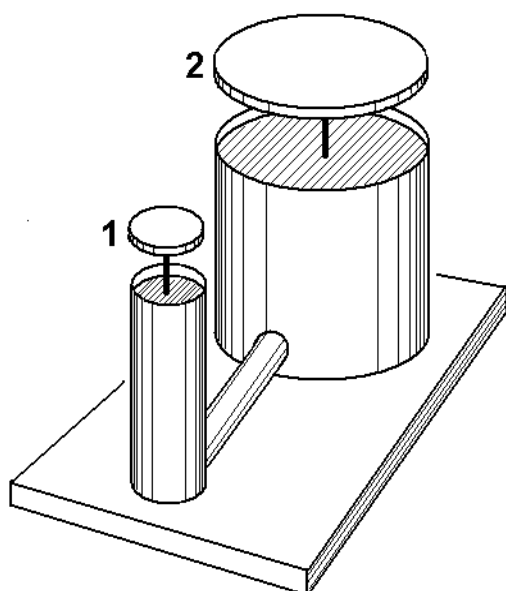
## 5.5 ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ МАШИНА

1. КАКОЙ ИЗ ЦИЛИНДРОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ДАЕТ ВЫИГРЫШ В СИЛЕ?



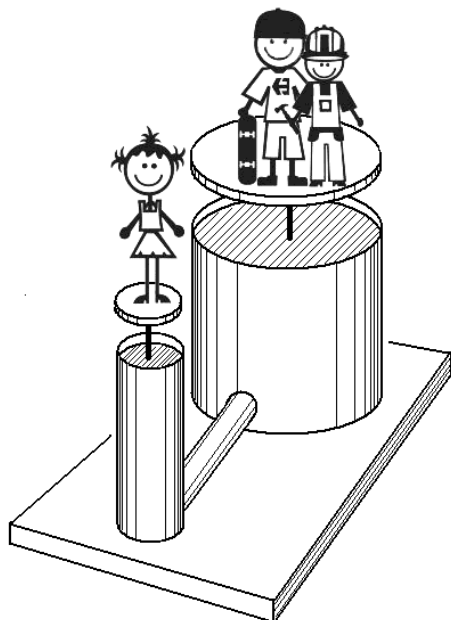
А) 1.      + Б) 2.

2. КАКОЙ ИЗ ЦИЛИНДРОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ДАЕТ ВЫИГРЫШ В РАССТОЯНИИ?



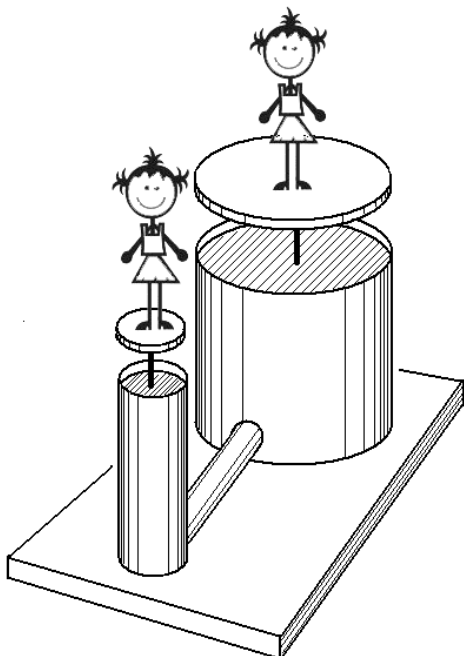
+ А) 1.      Б) 2.

3. МАССА ВСЕХ ОБЪЕКТОВ НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЕ СООТВЕТСТВУЕТ РЕАЛЬНОСТИ. В КАКОМ ЦИЛИНДРЕ ПОРШЕНЬ ДВИНЕТСЯ ВНИЗ?



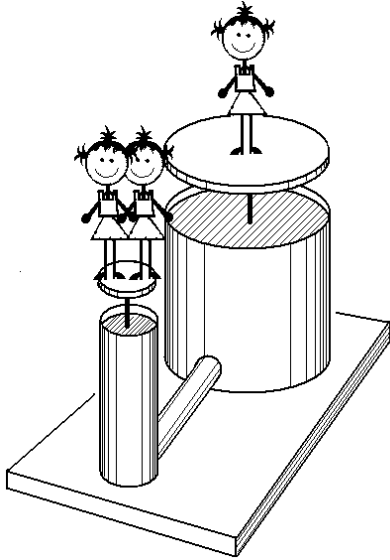
- + А) в малом цилиндре.
- Б) в большом цилиндре.
- В) оба поршня будут неподвижны.

4. МАССА ВСЕХ ОБЪЕКТОВ НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЕ СООТВЕТСТВУЕТ РЕАЛЬНОСТИ. В КАКОМ ЦИЛИНДРЕ ПОРШЕНЬ ДВИНЕТСЯ ВНИЗ?



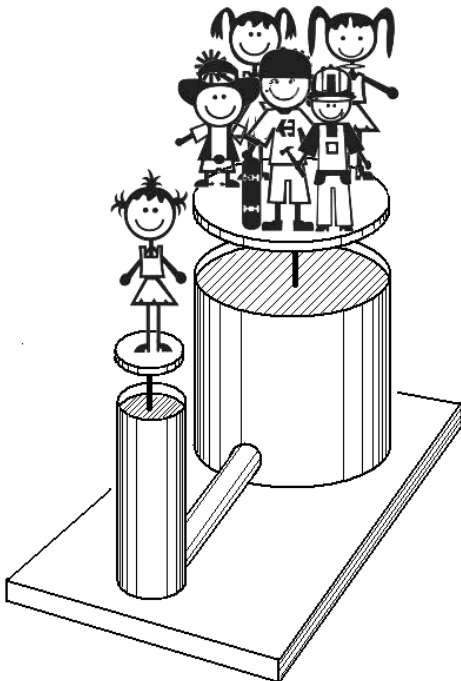
- + А) в малом цилиндре.
- Б) в большом цилиндре.
- В) оба поршня будут неподвижны.

5. МАССА ВСЕХ ОБЪЕКТОВ НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЕ СООТВЕТСТВУЕТ РЕАЛЬНОСТИ. В КАКОМ ЦИЛИНДРЕ ПОРШЕНЬ ДВИНЕТСЯ ВНИЗ?



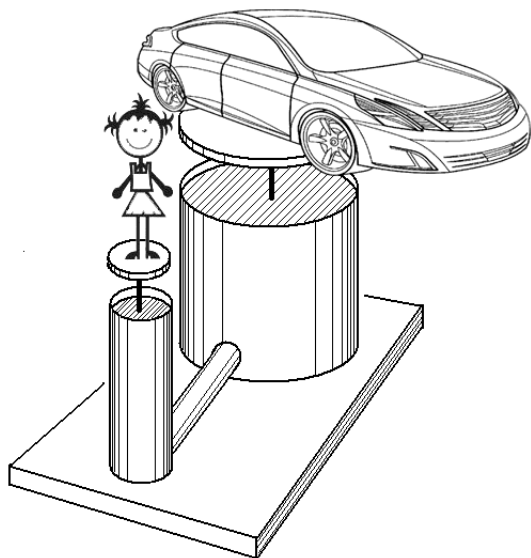
- + А) в малом цилиндре.      Б) в большом цилиндре.  
В) оба поршня будут неподвижны.

6. МАССА ВСЕХ ОБЪЕКТОВ НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЕ СООТВЕТСТВУЕТ РЕАЛЬНОСТИ. В КАКОМ ЦИЛИНДРЕ ПОРШЕНЬ ДВИНЕТСЯ ВНИЗ?



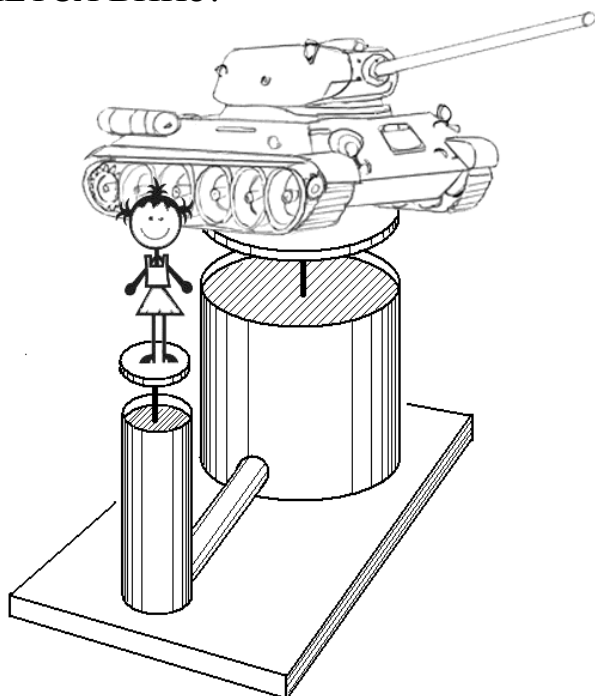
- + А) в малом цилиндре.      Б) в большом цилиндре.  
В) оба поршня будут неподвижны.

7. МАССА ВСЕХ ОБЪЕКТОВ НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЕ СООТВЕТСТВУЕТ РЕАЛЬНОСТИ. В КАКОМ ЦИЛИНДРЕ ПОРШЕНЬ ДВИНЕТСЯ ВНИЗ?



- А) в малом цилиндре.      + Б) в большом цилиндре.  
В) оба поршня будут неподвижны.

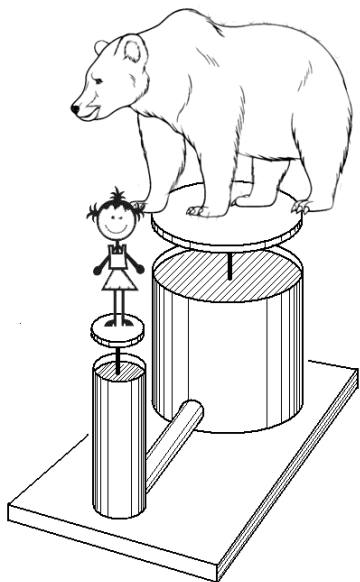
8. МАССА ВСЕХ ОБЪЕКТОВ НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЕ СООТВЕТСТВУЕТ РЕАЛЬНОСТИ. В КАКОМ ЦИЛИНДРЕ ПОРШЕНЬ ДВИНЕТСЯ ВНИЗ?



- А) в малом цилиндре.      + Б) в большом цилиндре.  
В) оба поршня будут неподвижны.

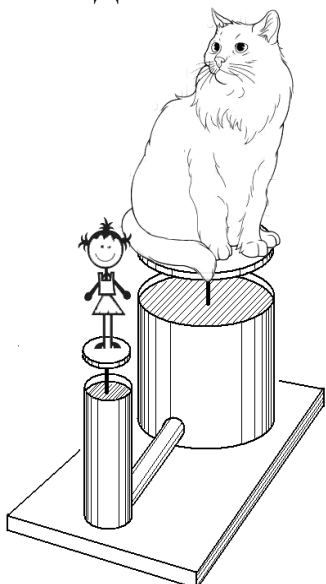


9. МАССА ВСЕХ ОБЪЕКТОВ НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЕ СООТВЕТСТВУЕТ РЕАЛЬНОСТИ. В КАКОМ ЦИЛИНДРЕ ПОРШЕНЬ ДВИНЕТСЯ ВНИЗ?



- А) в малом цилиндре.      + Б) в большом цилиндре.  
В) оба поршня будут неподвижны.

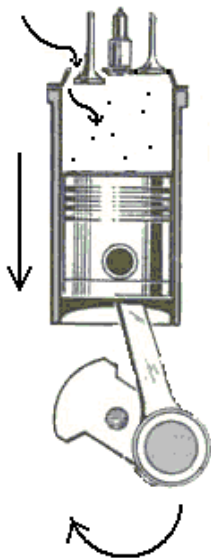
10. МАССА ВСЕХ ОБЪЕКТОВ НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЕ СООТВЕТСТВУЕТ РЕАЛЬНОСТИ. В КАКОМ ЦИЛИНДРЕ ПОРШЕНЬ ДВИНЕТСЯ ВНИЗ?



- +А) в малом цилиндре      Б) в большом цилиндре.  
В) оба поршня будут неподвижны.

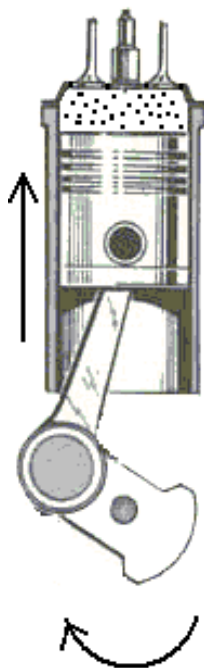
## 5.6 ТЕПЛОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ

1. ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. СТРЕЛКИ ПОКАЗЫВАЮТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОРШНЯ И НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ. КАКОЙ ТАКТ ВЫПОЛНЯЕТ ДВИГАТЕЛЬ?



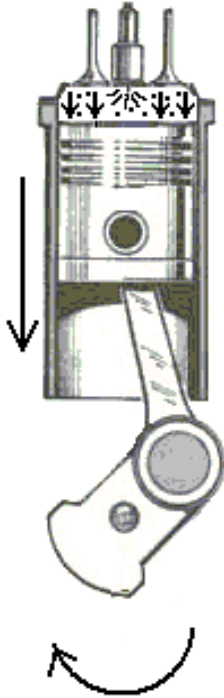
+ А) впуск.      Б) сжатие.      В) рабочий ход.      Г) выпуск.

2. ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. СТРЕЛКИ ПОКАЗЫВАЮТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОРШНЯ И НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ. КАКОЙ ТАКТ ВЫПОЛНЯЕТ ДВИГАТЕЛЬ?



А) впуск.      + Б) сжатие.      В) рабочий ход.      Г) выпуск.

3. ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. СТРЕЛКИ ПОКАЗЫВАЮТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОРШНЯ И НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ. КАКОЙ ТАКТ ВЫПОЛНЯЕТ ДВИГАТЕЛЬ?



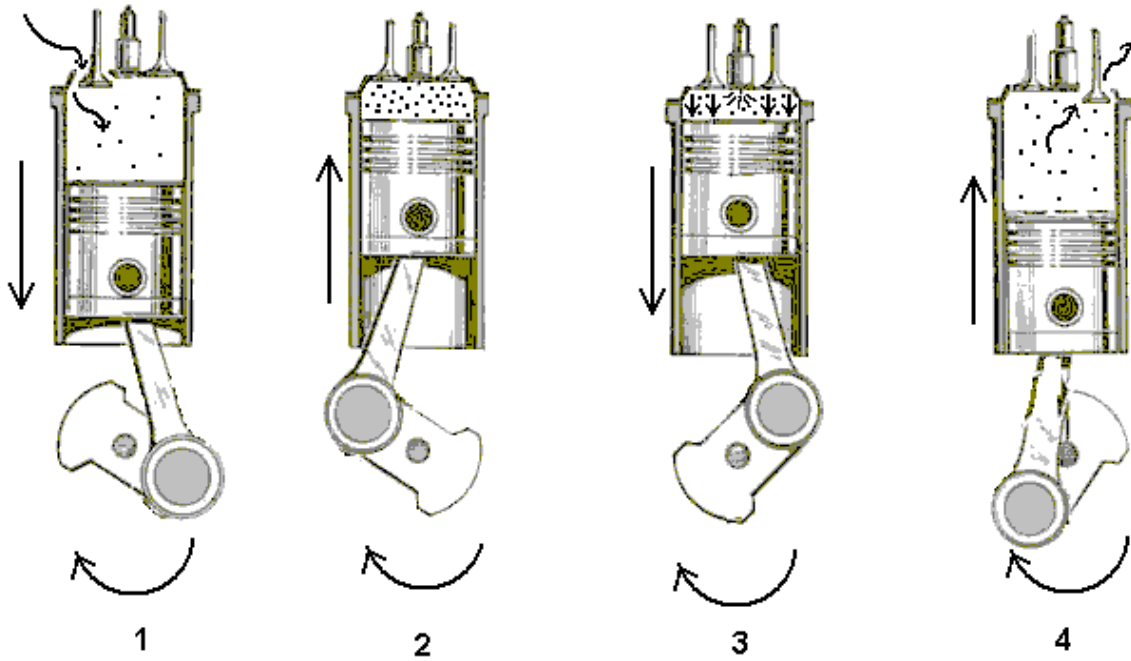
А) впуск.      Б) сжатие.      + В) рабочий ход.      Г) выпуск.

4. ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. СТРЕЛКИ ПОКАЗЫВАЮТ НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОРШНЯ И НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ. КАКОЙ ТАКТ ВЫПОЛНЯЕТ ДВИГАТЕЛЬ?



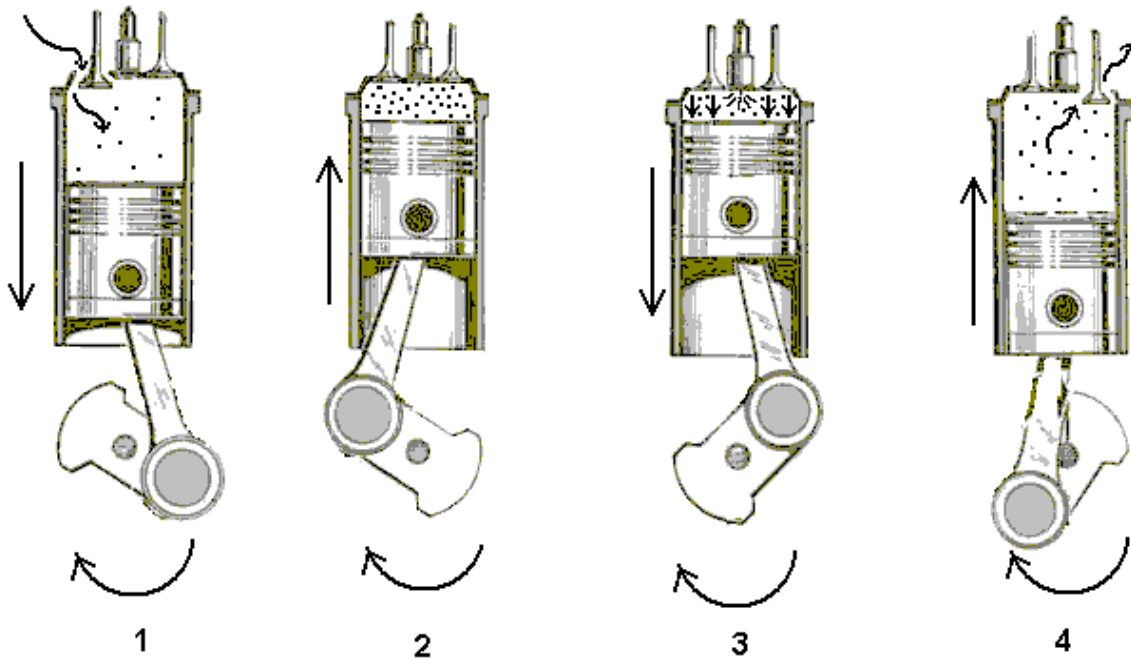
А) впуск.      Б) сжатие.      В) рабочий ход.      + Г) выпуск.

5. ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. НА КАКОМ РИСУНКЕ ПОРШЕНЬ НАХОДИТСЯ ВБЛИЗИ ВЕРХНЕЙ МЕРТВОЙ ТОЧКИ?



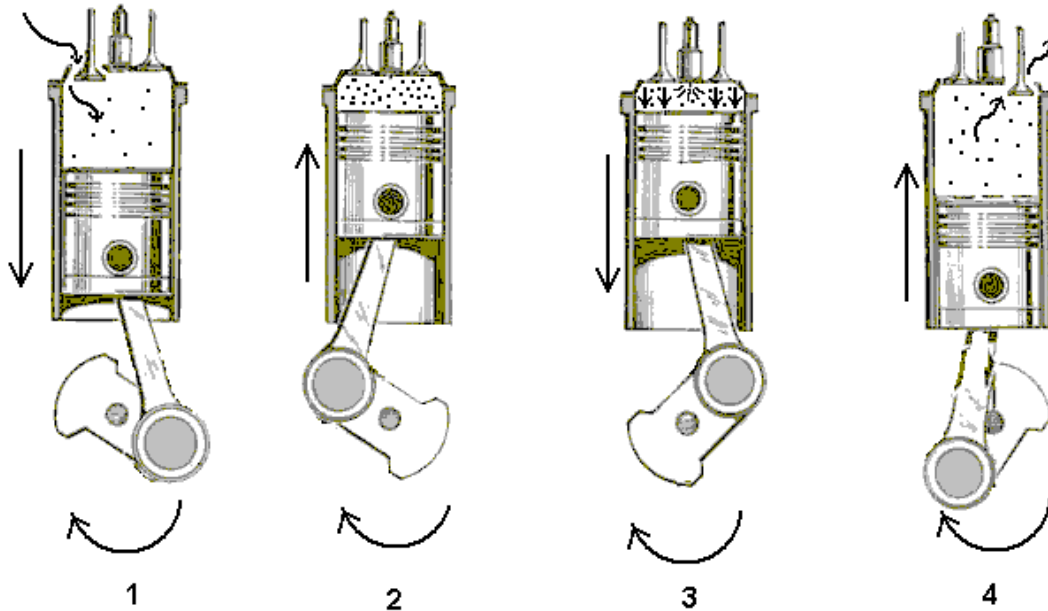
А) 1 и 2.      + Б) 2 и 3.      В) 3 и 4.      Г) 4 и 1.

6. ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. НА КАКОМ РИСУНКЕ ПОРШЕНЬ НАХОДИТСЯ ВБЛИЗИ НИЖНЕЙ МЕРТВОЙ ТОЧКИ?



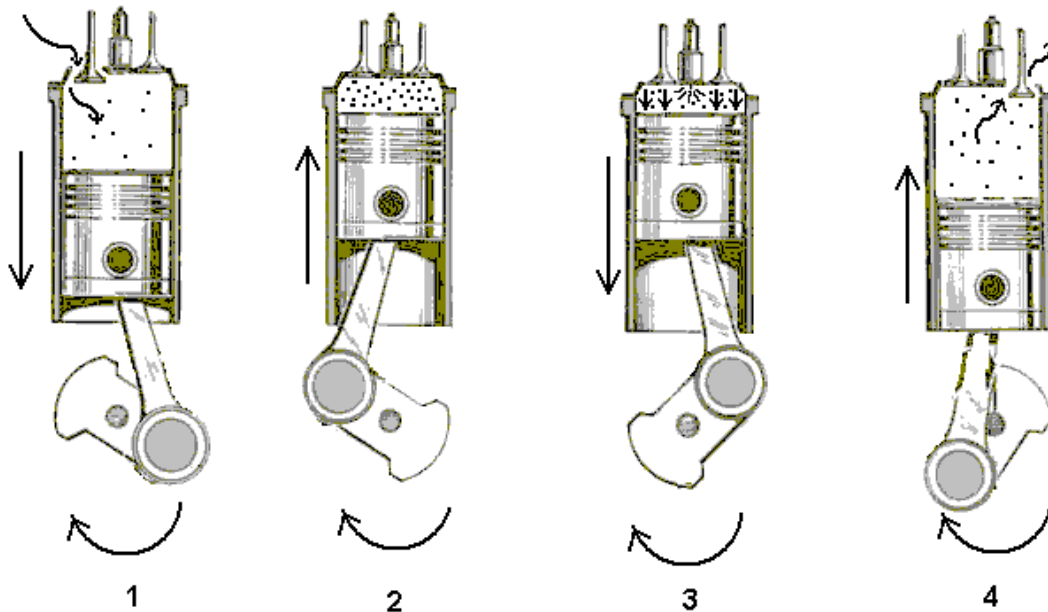
А) 1 и 2.      Б) 2 и 3.      В) 3 и 4.      + Г) 4 и 1.

7. ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ЧЕТЫРЕХЦИЛИНДРОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. ИСКРА ВСПЫХИВАЕТ В ЦИЛИНДРАХ В СЛЕДУЮЩЕМ ПОРЯДКЕ – «1-2-3-4». ЕСЛИ НА РИС.1 ПОКАЗАН ПОРШЕНЬ ПЕРВОГО ЦИЛИНДРА, ТОГДА КАКОЙ РИСУНОК СООТВЕТСТВУЕТ 2-МУ ЦИЛИНДРУ?



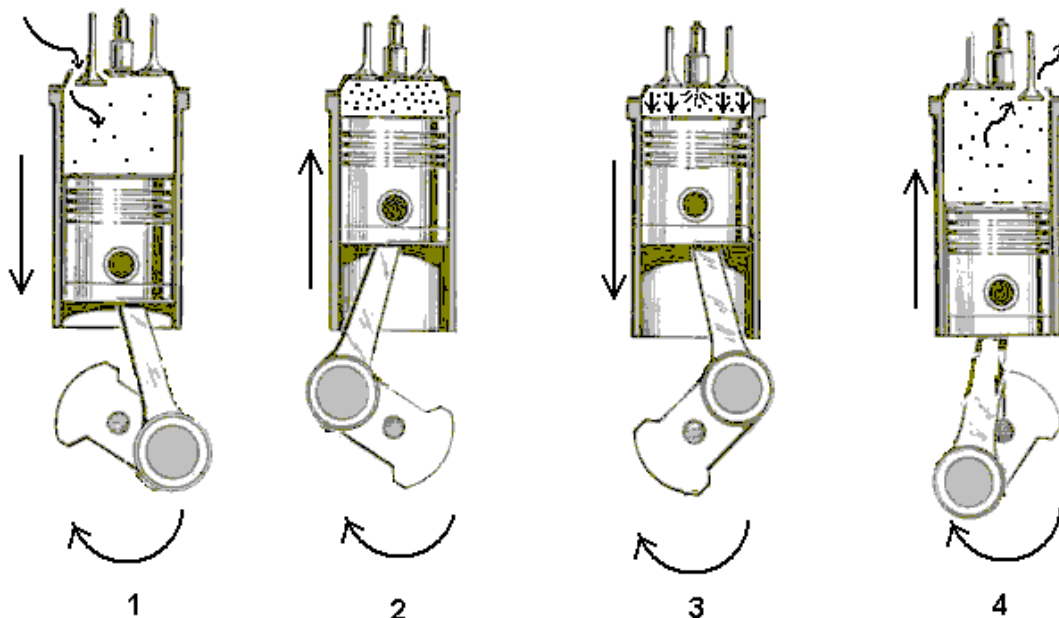
А) 1.    Б) 2.    В) 3.    + Г) 4.

8. ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ЧЕТЫРЕХЦИЛИНДРОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. ИСКРА ВСПЫХИВАЕТ В ЦИЛИНДРАХ В СЛЕДУЮЩЕМ ПОРЯДКЕ – «1-2-3-4». ЕСЛИ НА РИС.1 ПОКАЗАН ПОРШЕНЬ ПЕРВОГО ЦИЛИНДРА, ТОГДА КАКОЙ РИСУНОК СООТВЕТСТВУЕТ 3-МУ ЦИЛИНДРУ?



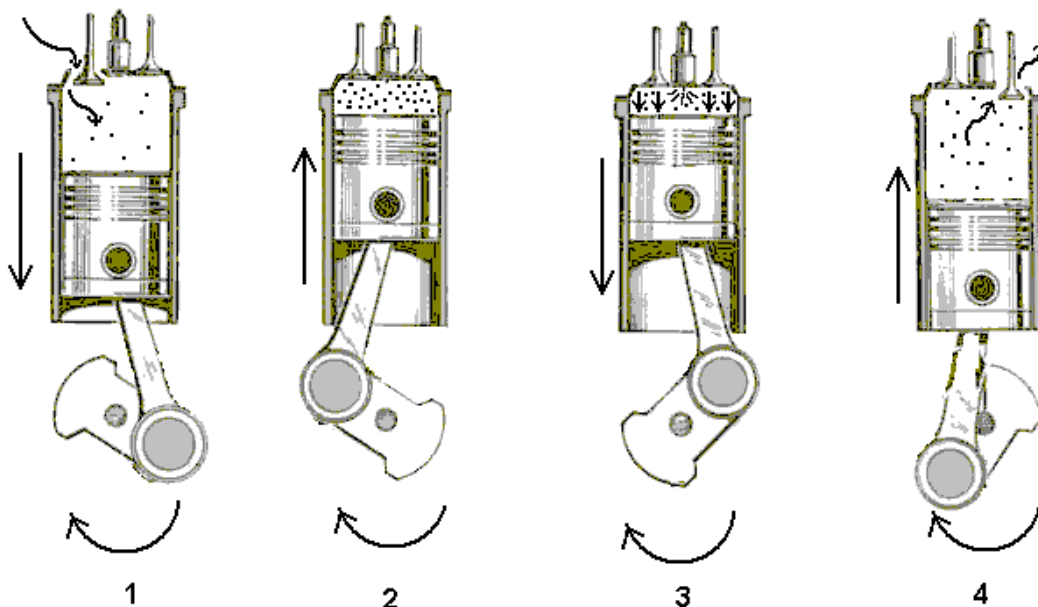
А) 1.    Б) 2.    + В) 3.    Г) 4.

9. ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ЧЕТЫРЕХЦИЛИНДРОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. ИСКРА ВСПЫХИВАЕТ В ЦИЛИНДРАХ В СЛЕДУЮЩЕМ ПОРЯДКЕ – «1-2-3-4». ЕСЛИ НА РИС.1 ПОКАЗАН ПОРШЕНЬ ПЕРВОГО ЦИЛИНДРА, ТОГДА КАКОЙ РИСУНОК СООТВЕТСТВУЕТ 4-МУ ЦИЛИНДРУ?



А) 1.      + Б) 2.      В) 3.      Г) 4.

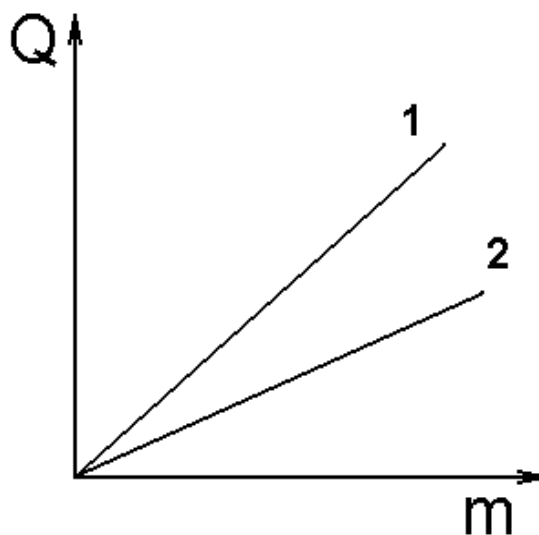
10. ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ЧЕТЫРЕХЦИЛИНДРОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. ИСКРА ВСПЫХИВАЕТ В ЦИЛИНДРАХ В СЛЕДУЮЩЕМ ПОРЯДКЕ – «1-2-3-4». ЕСЛИ НА РИС.1 ПОКАЗАН ПОРШЕНЬ ВТОРОГО ЦИЛИНДРА, ТОГДА КАКОЙ РИСУНОК СООТВЕТСТВУЕТ 4-МУ ЦИЛИНДРУ?



А) 1.      Б) 2.      + В) 3.      Г) 4.

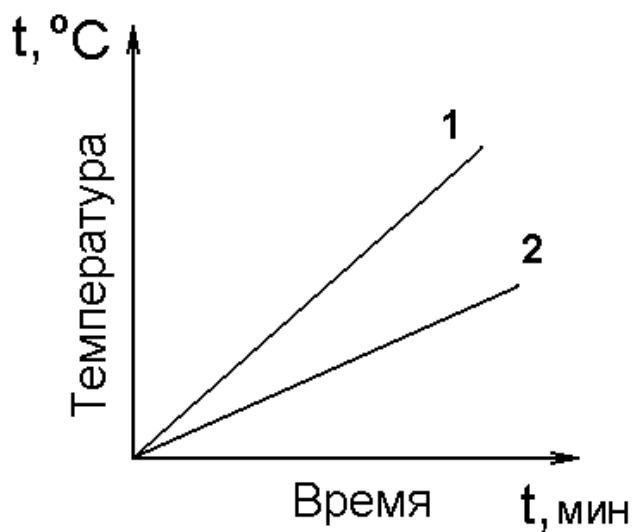
## 5.7 ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА. Тест

1. ДЛЯ КАКОГО ГРАФИКА ВЕЛИЧИНА УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ ТОПЛИВА БОЛЬШЕ?



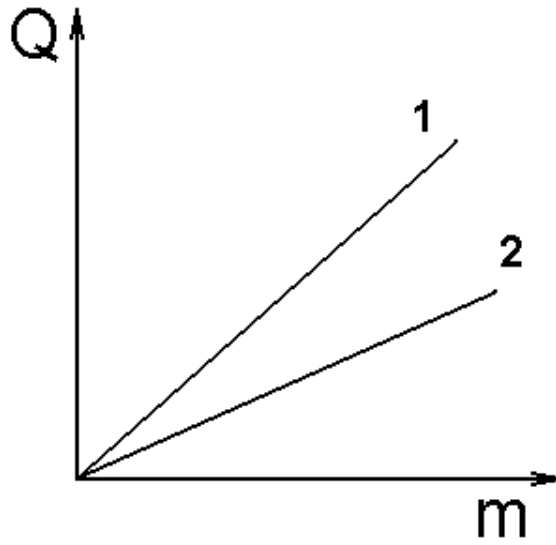
+ А) 1.                      Б) 2.

2. ДЛЯ КАКОГО ГРАФИКА ВЕЛИЧИНА УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ ВЕЩЕСТВА БОЛЬШЕ?



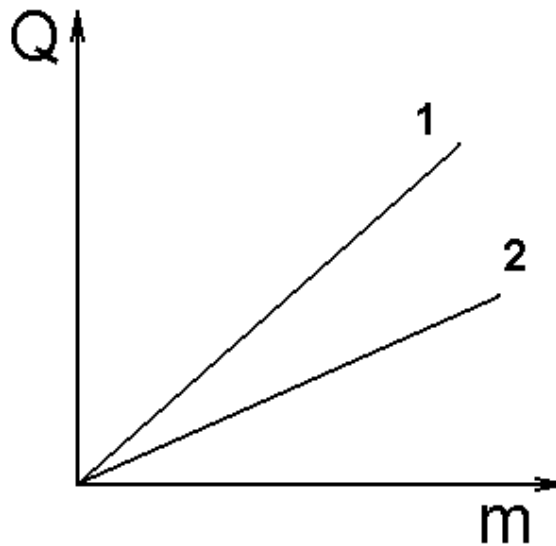
+ А) 1.                      Б) 2.

3. ДЛЯ КАКОГО ГРАФИКА ВЕЛИЧИНА УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ ПЛАВЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВА БОЛЬШЕ?



+ А) 1.            Б) 2.

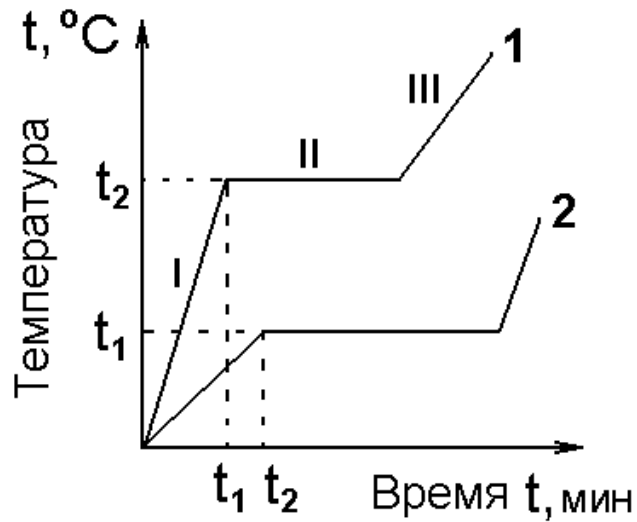
4. ДЛЯ КАКОГО ГРАФИКА ВЕЛИЧИНА УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ ПАРООБРАЗОВАНИЯ ВЕЩЕСТВА БОЛЬШЕ?



+ А) 1.            Б) 2.

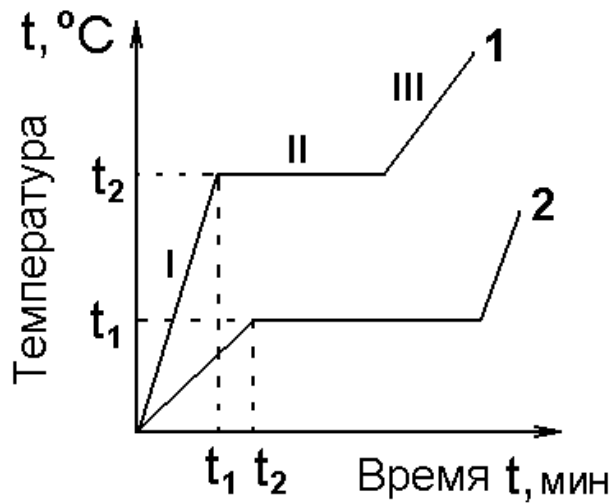


5. ДВЕ ЖИДКОСТИ ОДИНАКОВОЙ МАССЫ НАГРЕВАЮТСЯ ОДИНАКОВЫМИ ГОРЕЛКАМИ. ДЛЯ КАКОЙ ЖИДКОСТИ УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ БОЛЬШЕ?



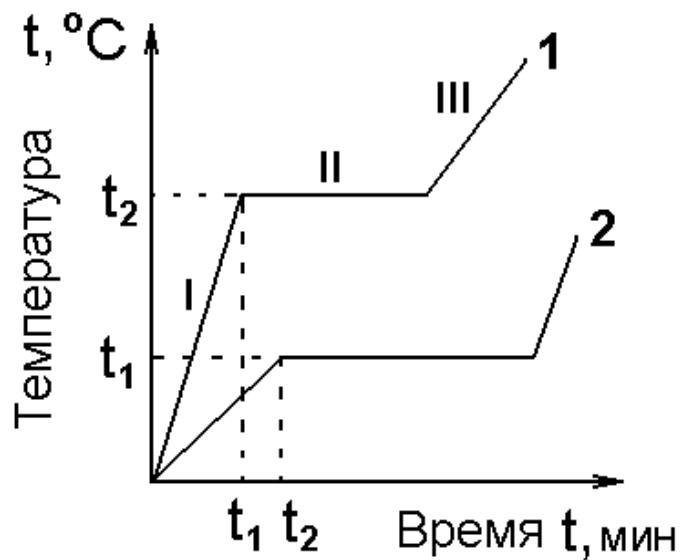
А) 1. + Б) 2.

6. ДВЕ ЖИДКОСТИ ОДИНАКОВОЙ МАССЫ НАГРЕВАЮТСЯ ОДИНАКОВЫМИ ГОРЕЛКАМИ. ДЛЯ КАКОЙ ЖИДКОСТИ УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ПАРООБРАЗОВАНИЯ БОЛЬШЕ?



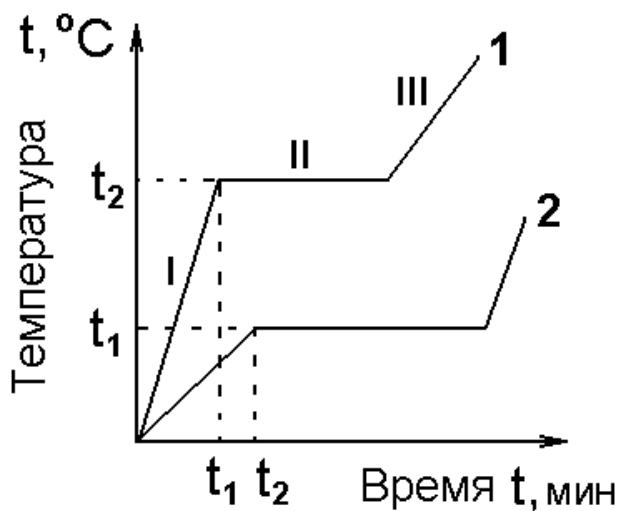
А) 1. + Б) 2.

7. ДВЕ ЖИДКОСТИ ОДИНАКОВОЙ МАССЫ НАГРЕВАЮТСЯ ОДИНАКОВЫМИ ГОРЕЛКАМИ. КАКОМУ УЧАСТКУ ГРАФИКА СООТВЕТСТВУЕТ ЖИДКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА?



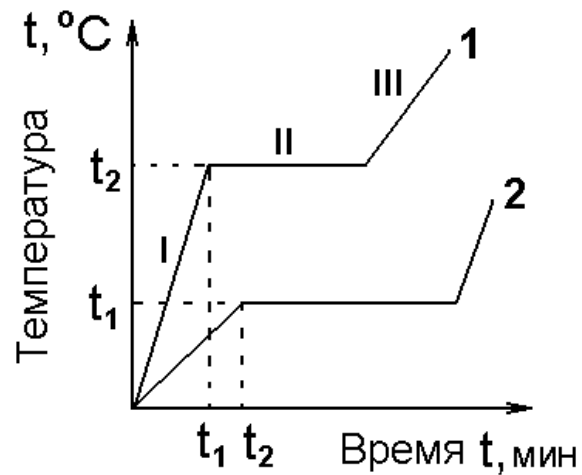
- + А) I.                      Б) II.                      В) III.

8. ДВЕ ЖИДКОСТИ ОДИНАКОВОЙ МАССЫ НАГРЕВАЮТСЯ ОДИНАКОВЫМИ ГОРЕЛКАМИ. КАКОМУ УЧАСТКУ ГРАФИКА СООТВЕТСТВУЕТ ПАРООБРАЗНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА?



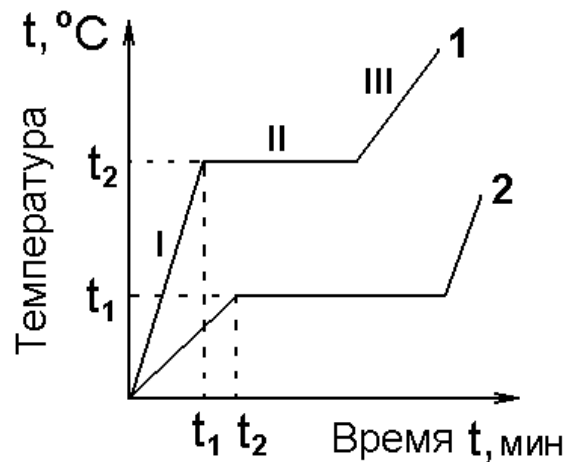
- А) I.                      Б) II.                      + В) III.

9. ДВЕ ЖИДКОСТИ ОДИНАКОВОЙ МАССЫ НАГРЕВАЮТСЯ ОДИНАКОВЫМИ ГОРЕЛКАМИ. КАКОМУ УЧАСТКУ ГРАФИКА СООТВЕТСТВУЕТ СМЕШАННОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА (ЖИДКОСТЬ + ПАР)?



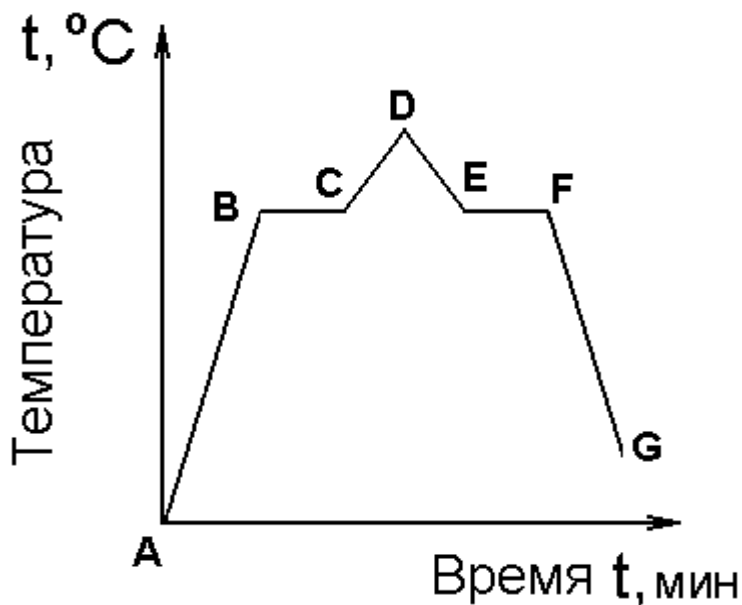
- А) I.      + Б) II.      В) III.

10. ДВЕ ЖИДКОСТИ ОДИНАКОВОЙ МАССЫ НАГРЕВАЮТСЯ ОДИНАКОВЫМИ ГОРЕЛКАМИ. КАКОМУ ГРАФИКУ СООТВЕТСТВУЕТ БОЛЕЕ ВЫСОКАЯ УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ПАРА?



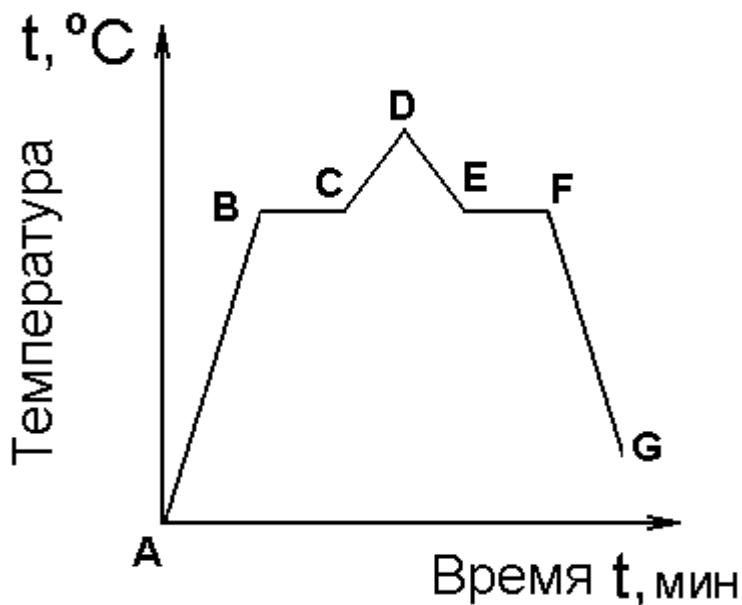
- + А) 1.      Б) 2.

11. ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ЦИНКА ОТ ВРЕМЕНИ ЕГО НАГРЕВАНИЯ. КАКОМУ СОСТОЯНИЮ СООТВЕТСТВУЕТ УЧАСТОК АВ?



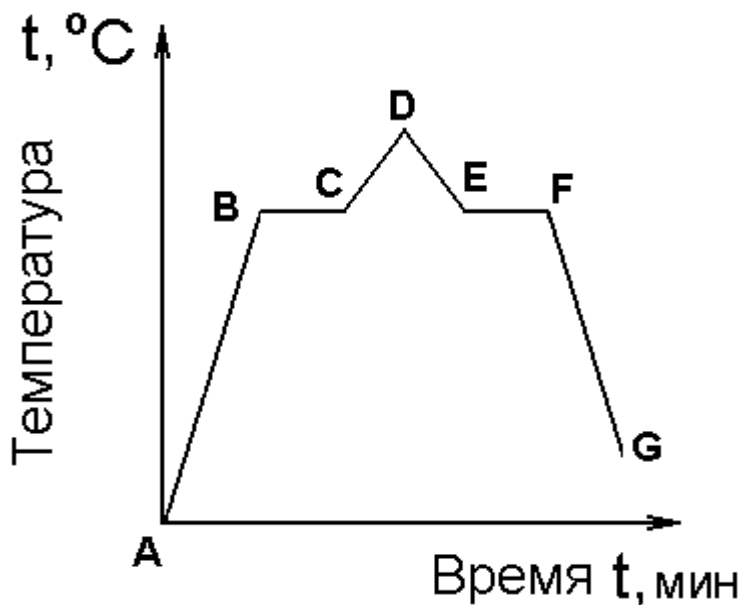
+ А) твердому.            Б) жидкому.    В) смешанному (твердое+жидкое).

12. ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ЦИНКА ОТ ВРЕМЕНИ ЕГО НАГРЕВАНИЯ. КАКОМУ СОСТОЯНИЮ СООТВЕТСТВУЕТ УЧАСТОК ВС?



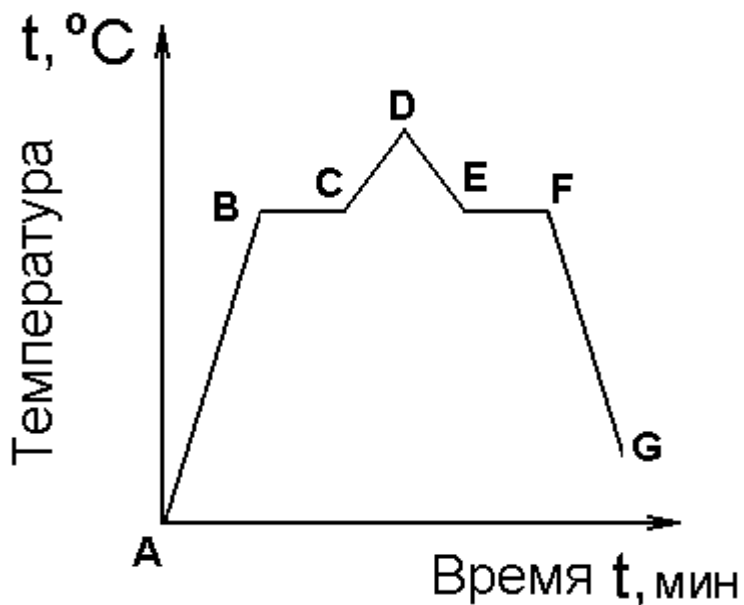
А) твердому.            Б) жидкому.    + В) смешанному (твердое+жидкое).

13. ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ЦИНКА ОТ ВРЕМЕНИ ЕГО НАГРЕВАНИЯ. КАКОМУ СОСТОЯНИЮ СООТВЕТСТВУЕТ УЧАСТОК CD?



А) твердому.                    + Б) жидкому.    В) смешанному (твердое+жидкое).

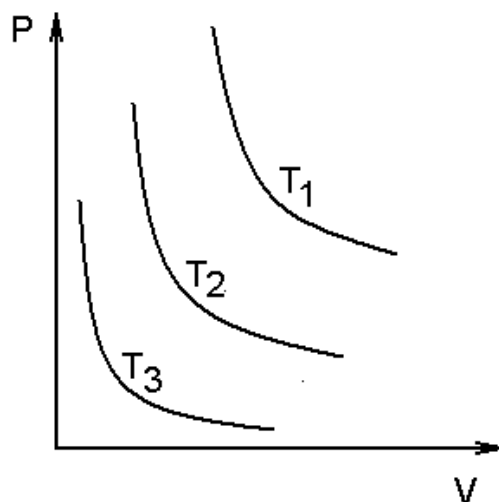
14. ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ЦИНКА ОТ ВРЕМЕНИ ЕГО НАГРЕВАНИЯ. КАКОМУ СОСТОЯНИЮ СООТВЕТСТВУЕТ УЧАСТОК FG?



+ А) твердому.                    Б) жидкому.    В) смешанному (твердое+жидкое).

## 5.8 ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА ГАЗОВ. Тест

1. ЭТИ ГРАФИКИ СООТВЕТСТВУЮТ ЗАКОНУ

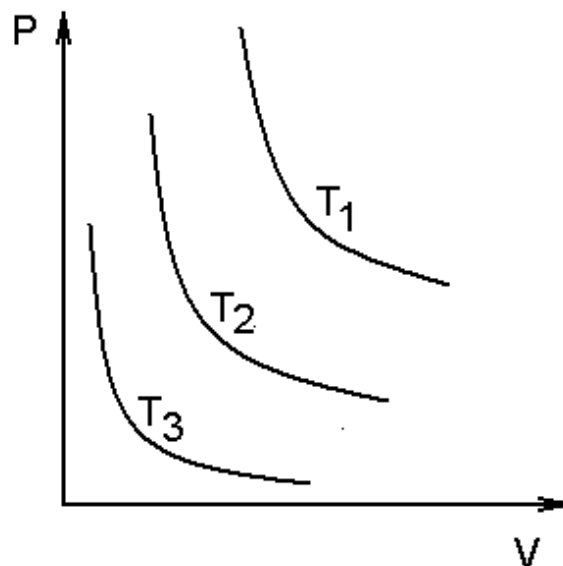


+ А) Бойля-Мариотта.

Б) Шарля.

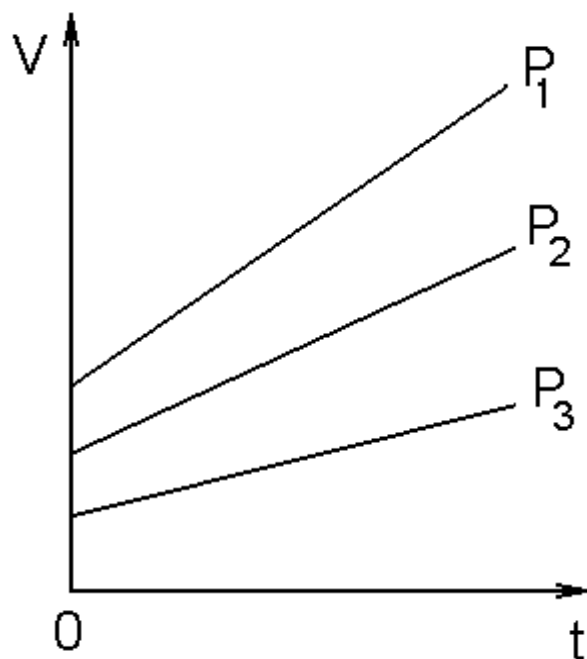
В) Гей-Люссака.

2. НА ГРАФИКАХ ЗАВИСИМОСТИ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ОТ ЕГО ОБЪЕМА НАИБОЛЬШЕЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ЯВЛЯЕТСЯ?



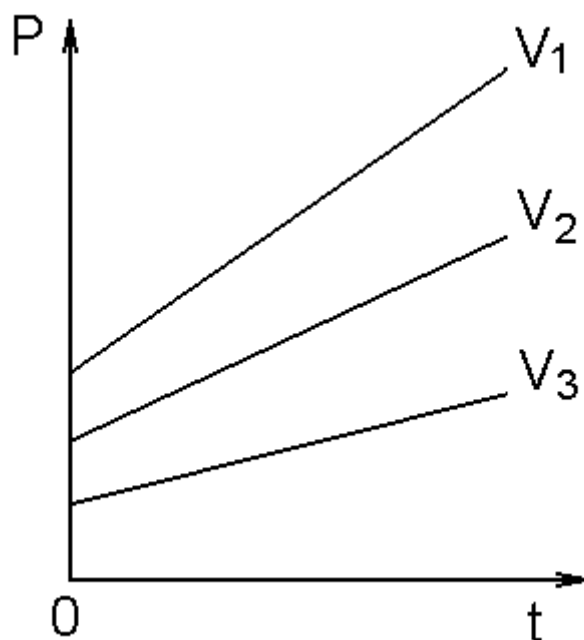
+ А)  $T_1$ . Б)  $T_2$ . В)  $T_3$ .

3. ЭТИ ГРАФИКИ СООТВЕТСТВУЮТ ЗАКОНУ...



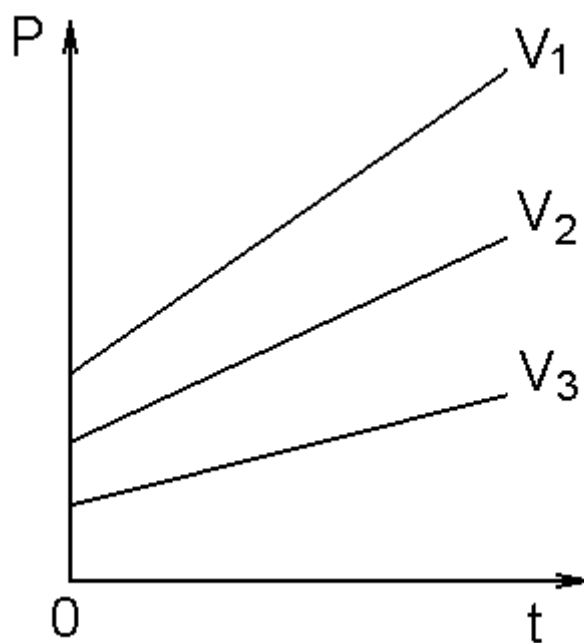
А) Бойля-Мариотта.      Б) Шарля.      + В) Гей-Люссака.

4. ЭТИ ГРАФИКИ СООТВЕТСТВУЮТ ЗАКОНУ...



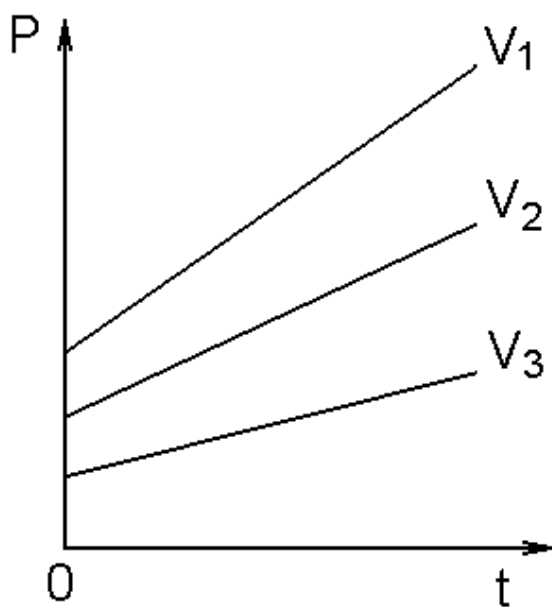
А) Бойля-Мариотта.      + Б) Шарля.      В) Гей-Люссака.

5. КАКОЙ ОБЪЕМ ГАЗА ЯВЛЯЕТСЯ НАИБОЛЬШИМ?



- + A)  $V_1$ .      Б)  $V_2$ .      В)  $V_3$ .

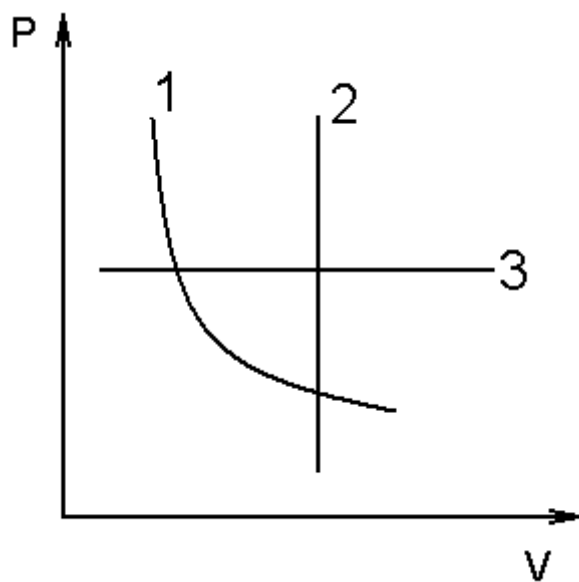
6. ДЛЯ КАКОГО ОБЪЕМА ГАЗА НАЧАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ НАИБОЛЬШЕЕ?



- + A)  $V_1$ .      Б)  $V_2$ .      В)  $V_3$ .

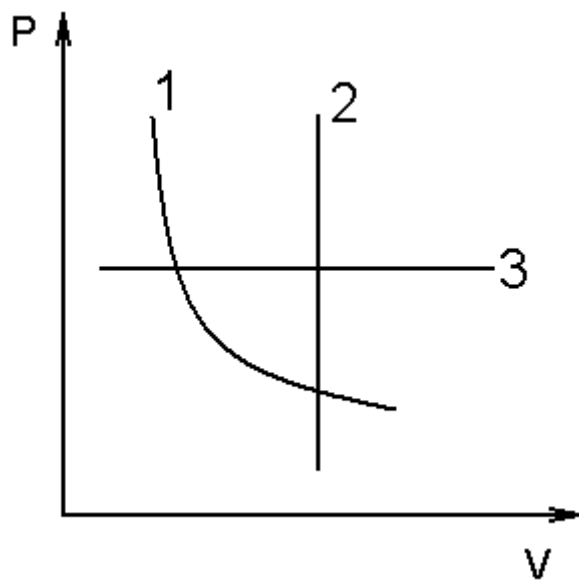


7. КАКОМУ ЗАКОНУ СООТВЕТСТВУЕТ ГРАФИК 1?



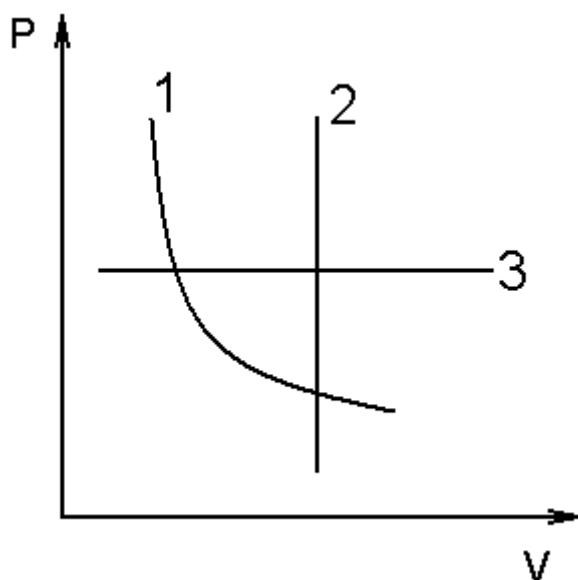
+ А) Бойля-Мариотта.      Б) Шарля.      В) Гей-Люссака.

8. КАКОМУ ЗАКОНУ СООТВЕТСТВУЕТ ГРАФИК 2?



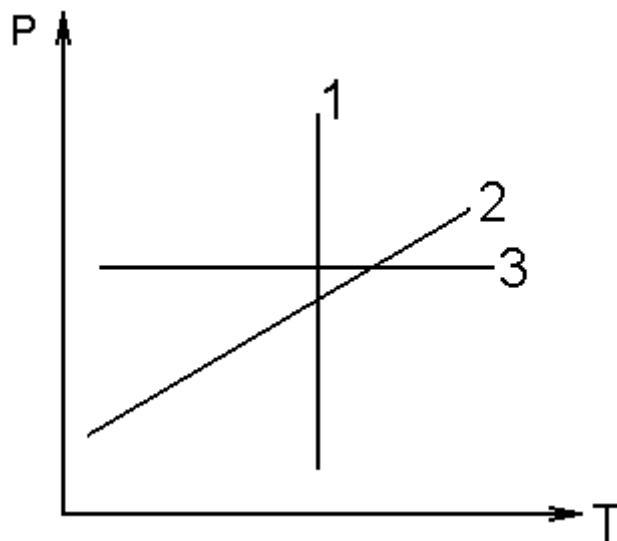
А) Бойля-Мариотта.      + Б) Шарля.      В) Гей-Люссака.

9. КАКОМУ ЗАКОНУ СООТВЕТСТВУЕТ ГРАФИК 3?



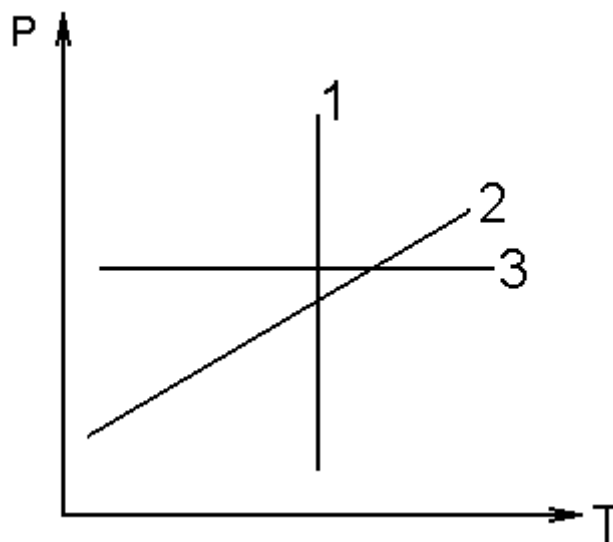
А) Бойля-Мариотта.      Б) Шарля.      + В) Гей-Люссака.

10. КАКОМУ ЗАКОНУ СООТВЕТСТВУЕТ ГРАФИК 1?



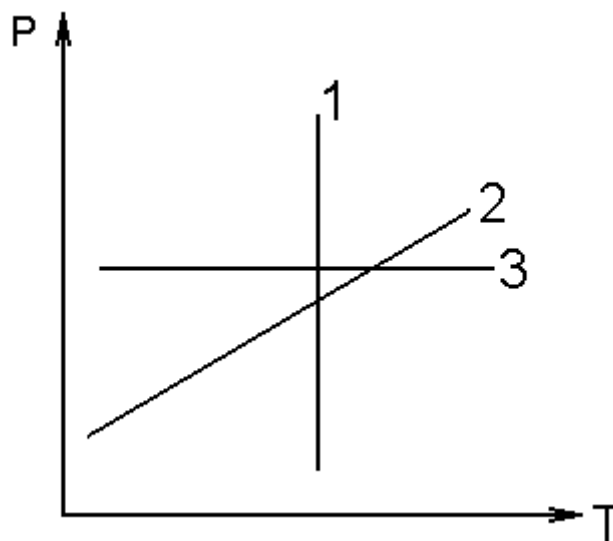
+ А) Бойля-Мариотта.      Б) Шарля.      + В) Гей-Люссака.

11. КАКОМУ ЗАКОНУ СООТВЕТСТВУЕТ ГРАФИК 2?



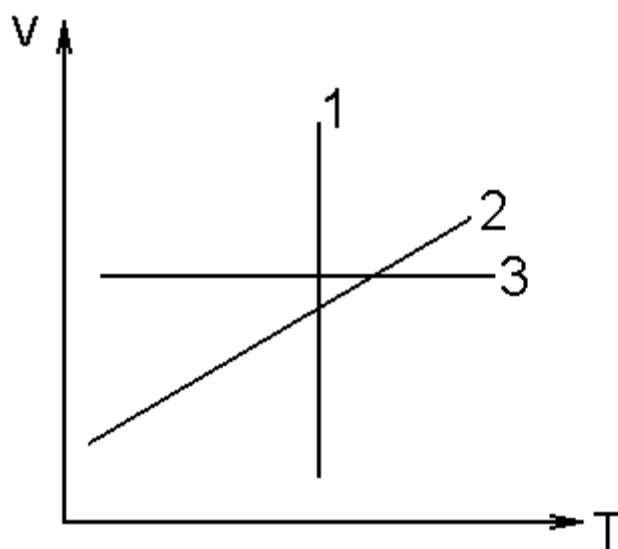
А) Бойля-Мариотта.                      + Б) Шарля.                      В) Гей-Люссака.

12. КАКОМУ ЗАКОНУ СООТВЕТСТВУЕТ ГРАФИК 3?



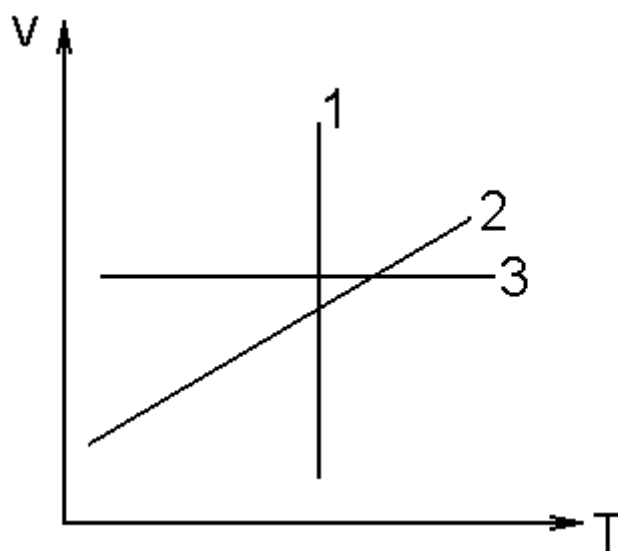
А) Бойля-Мариотта.                      Б) Шарля                      + В) Гей-Люссака.

13. КАКОМУ ЗАКОНУ СООТВЕТСТВУЕТ ГРАФИК 1?



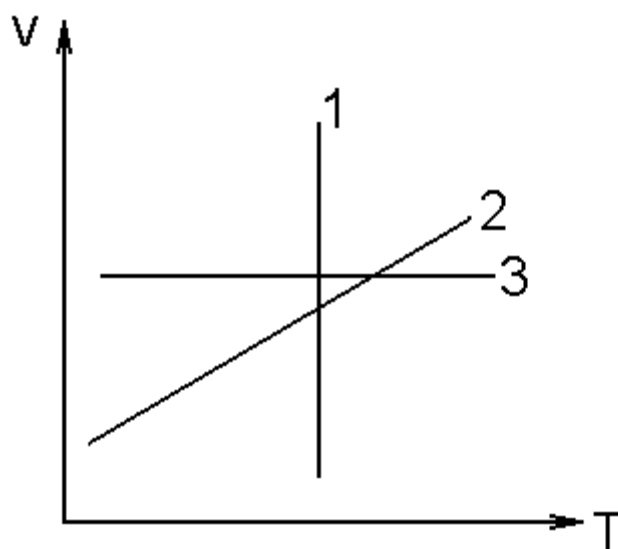
+ А) Бойля-Мариотта.      Б) Шарля.      В) Гей-Люссака.

14. КАКОМУ ЗАКОНУ СООТВЕТСТВУЕТ ГРАФИК 2?



А) Бойля-Мариотта.      Б) Шарля.      + 3) Гей-Люссака.

15. КАКОМУ ЗАКОНУ СООТВЕТСТВУЕТ ГРАФИК 3?

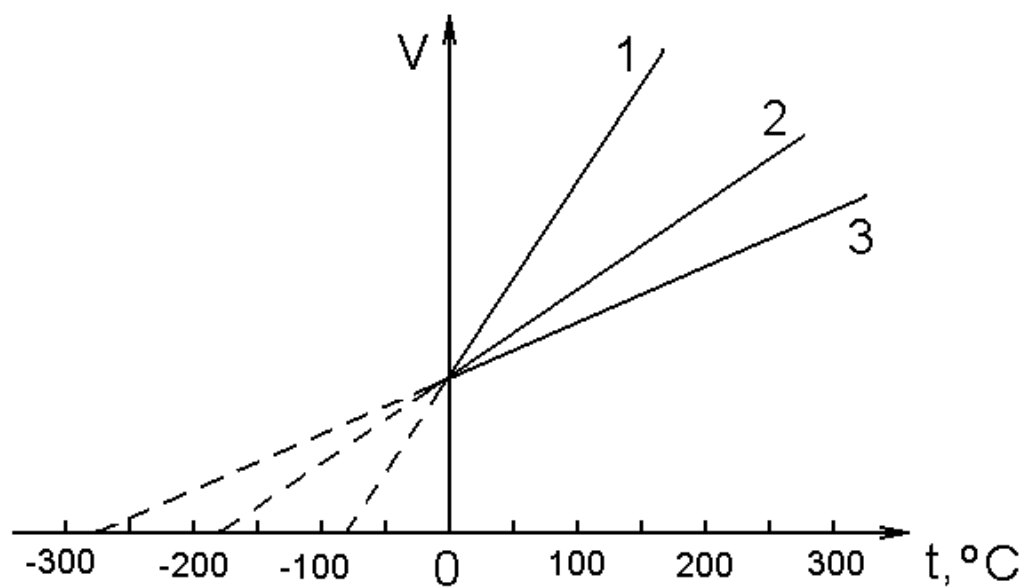


А) Бойля-Мариотта.

+ Б) Шарля.

В) Гей-Люссака.

16. КАКОЙ ГРАФИК ЯВЛЯЕТСЯ ПРАВИЛЬНЫМ?



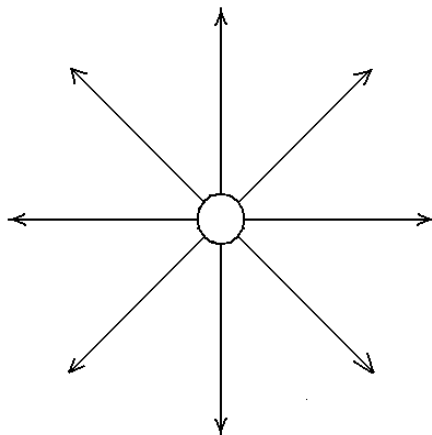
А) 1.

Б) 2.

+ В) 3.

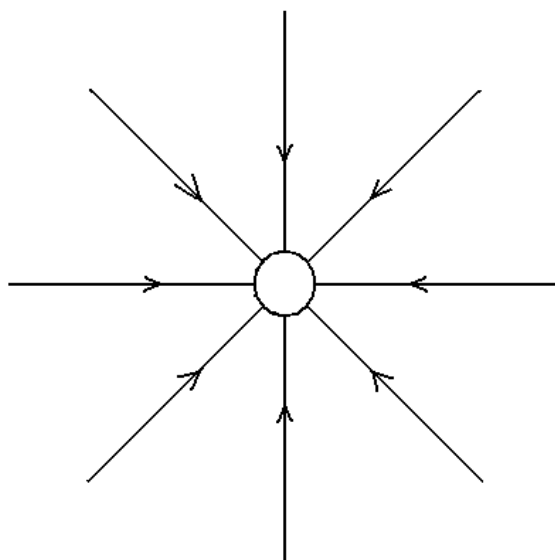
## 5.9 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ. Тест

1. СТРЕЛКАМИ ПОКАЗАНЫ ЛИНИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. КАКОЙ ЭТО ЗАРЯД?



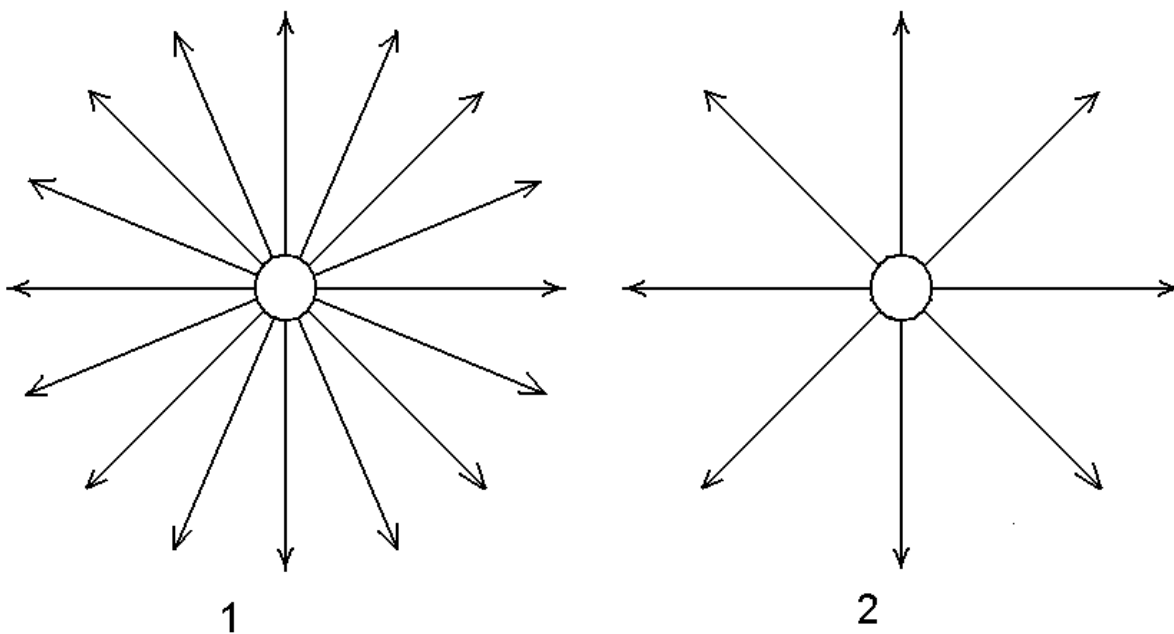
+ А) положительный.                      Б) отрицательный.

2. СТРЕЛКАМИ ПОКАЗАНЫ ЛИНИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. КАКОЙ ЭТО ЗАРЯД?



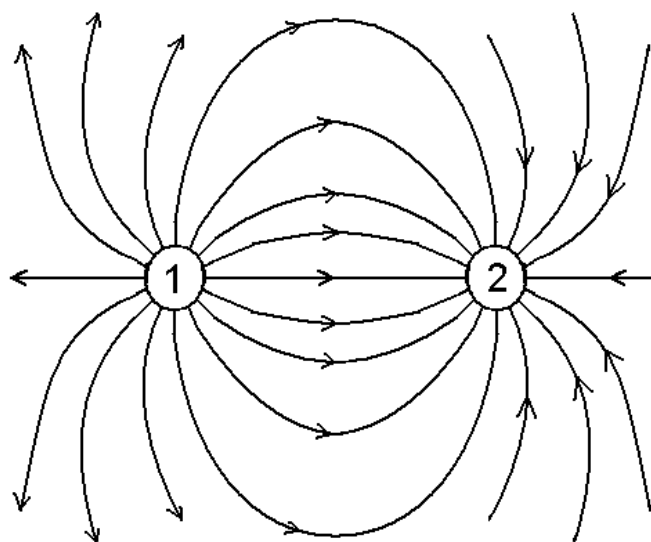
А) положительный.                      + Б) отрицательный.

3. СТРЕЛКАМИ ПОКАЗАНЫ ЛИНИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. КАКОЙ ЗАРЯД БОЛЬШЕ?



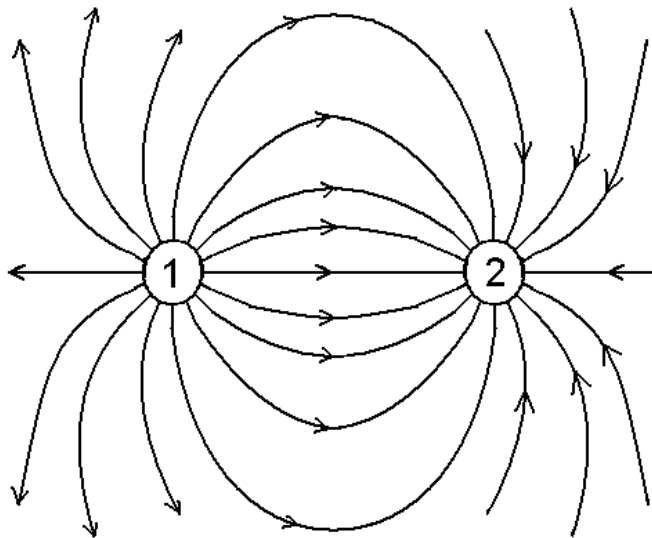
+ А) 1.                      Б) 2.

4. СТРЕЛКАМИ ПОКАЗАНЫ ЛИНИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. УКАЖИТЕ ЗНАКИ ЗАРЯДОВ.



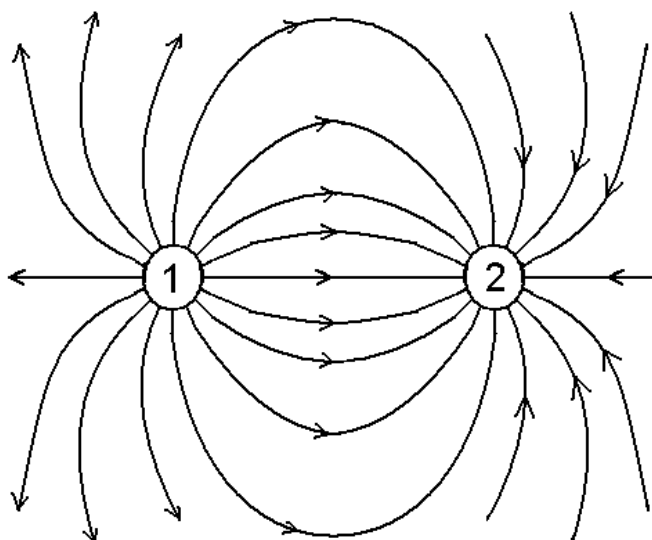
А) одноименные.                      + Б) разноименные.

5. СТРЕЛКАМИ ПОКАЗАНЫ ЛИНИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. УКАЖИТЕ ЗНАКИ ЗАРЯДОВ.



- + А) 1- положительный, 2 – отрицательный.
- Б) 1- отрицательный, 2 – положительный.
- В) 1- отрицательный, 2 – отрицательный.
- Г) 1- положительный, 2 – положительный.

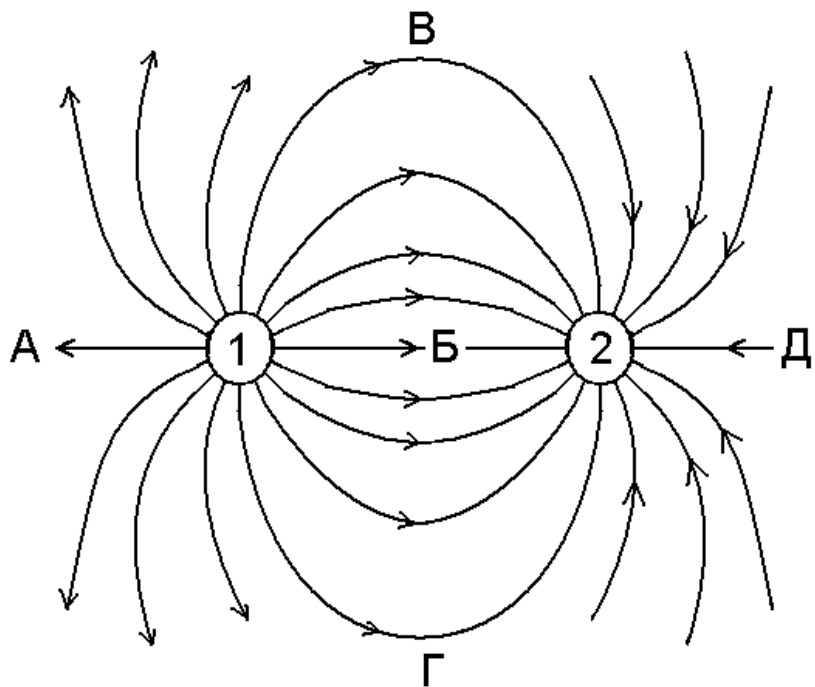
6. СТРЕЛКАМИ ПОКАЗАНЫ ЛИНИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. ГДЕ НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ МАКСИМАЛЬНА?



- А) слева от 1.    + Б) между зарядами.    В) справа от 2.

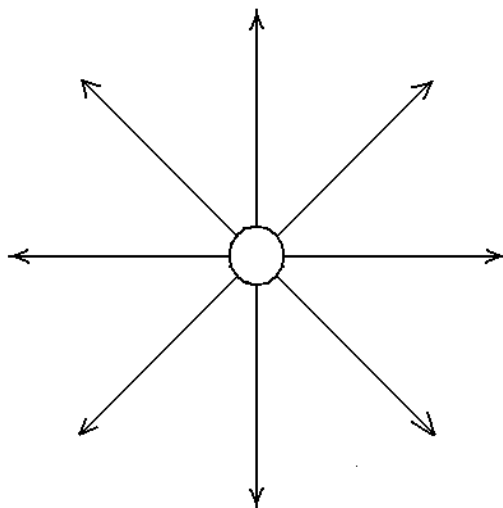


7. СТРЕЛКАМИ ПОКАЗАНЫ ЛИНИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. ГДЕ НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ МИНИМАЛЬНА?



+ А) А и Д.    Б) В и Г.    В) Б.

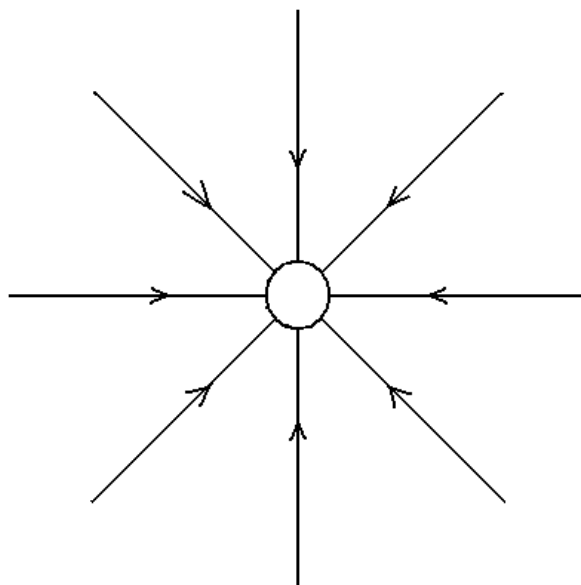
8. СТРЕЛКАМИ ПОКАЗАНЫ ЛИНИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. ГДЕ НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ МАКСИМАЛЬНА?



А) вдали от заряда.

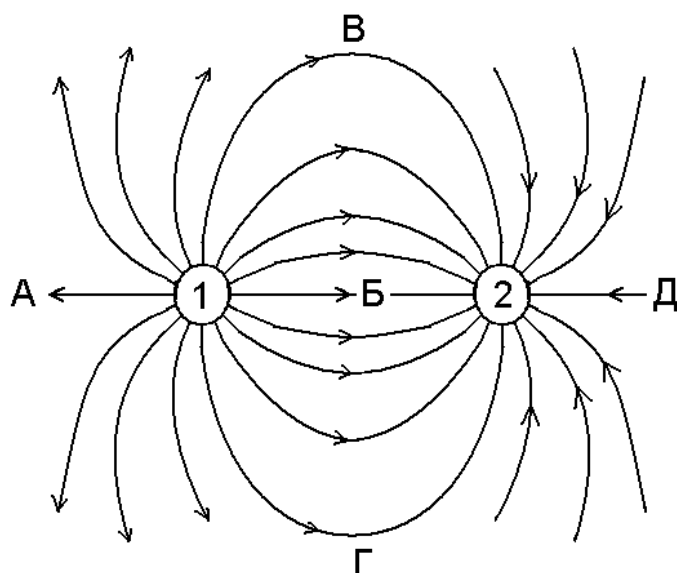
+ Б) вблизи заряда.

9. СТРЕЛКАМИ ПОКАЗАНЫ ЛИНИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. ГДЕ НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ МИНИМАЛЬНА?



+ А) вдали от заряда.                      Б) вблизи заряда.

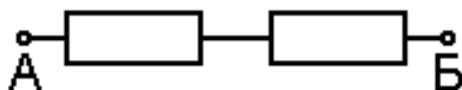
10. СТРЕЛКАМИ ПОКАЗАНЫ ЛИНИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. ГДЕ НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НАИБОЛЕЕ ОДНОРОДНА?



А) А и Д.                      Б) В и Г.                      + В) Б.

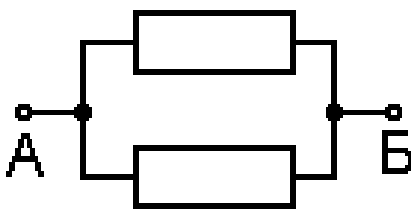
### 5.10 СОЕДИНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ. Вариант-1. Тест-3

1. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



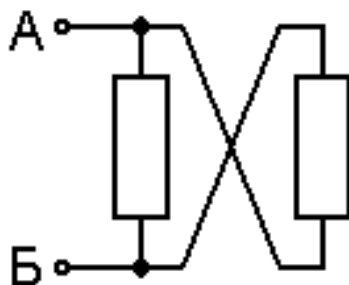
- A) 2.            В) 6.  
Б) 4.            + Г) 8.

2. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



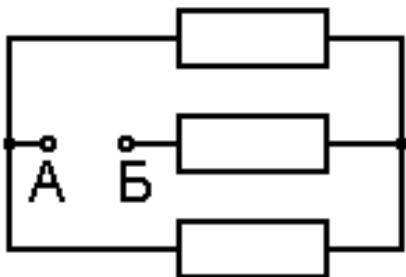
- + А) 2.            В) 6.  
Б) 4.            Г) 8.

3. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



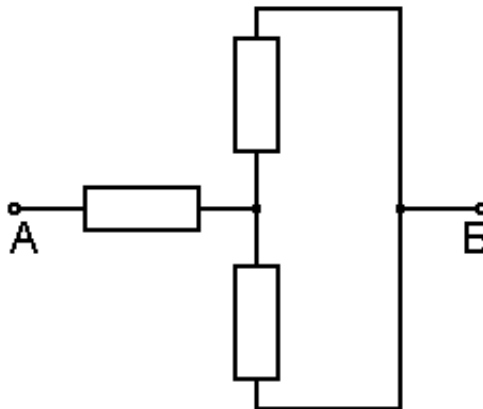
- + А) 2.            В) 6.  
Б) 4.            Г) 8.

4. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



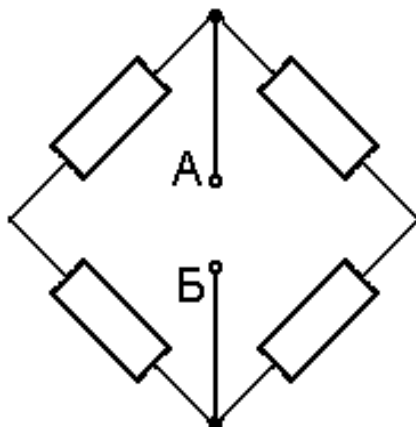
- А) 2.                      + В) 6.  
 Б) 4.                      Г) 8.

5. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



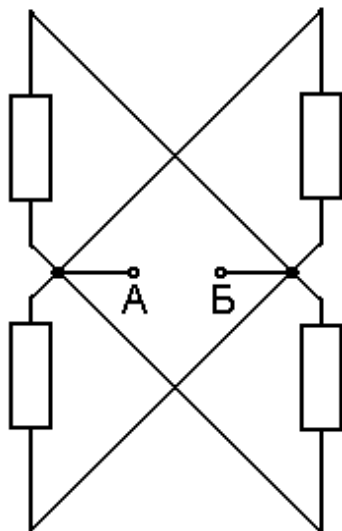
- А) 2.                      + В) 6.  
 Б) 4.                      Г) 8.

6. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



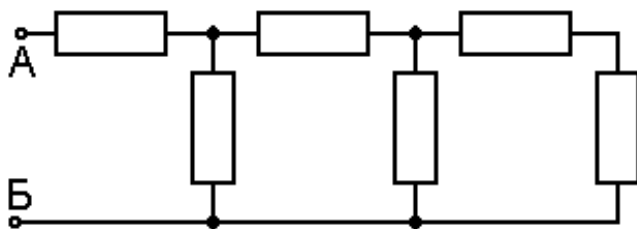
- A) 2.                      В) 6.  
 + Б) 4.                    Г) 8.

7. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



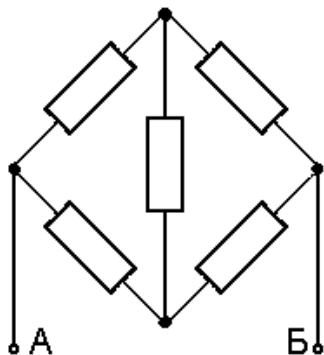
- + А) 1.                      В) 3.  
 Б) 2.                        Г) 4.

8. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 8 ОМ.



- A) 9.                      + B) 13.  
 Б) 12.                    Г) 17.

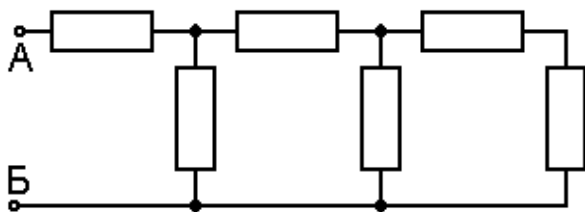
9. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



- A) 2.                      Б) 6.  
 + Б) 4.                    Г) 8.

10. НА РИСУНКЕ ИЗОБРАЖЕНА ЦЕПЬ ИЗ ТРЕХ ЗВЕНЬЕВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ ОДИНАКОВЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПО 8 ОМ. ДОПУСТИМ, ЦЕПЬ СОДЕРЖИТ НЕ 3, А 1000 ТАКИХ ЗВЕНЬЕВ.

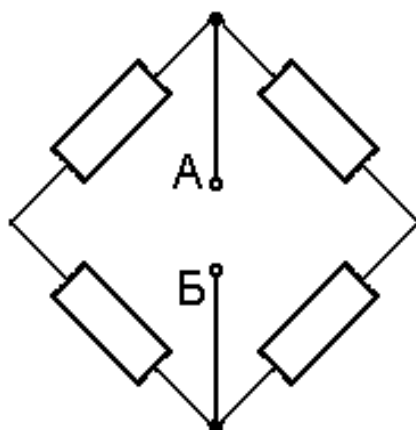
КАКИМ БУДЕТ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б?



- A)  $2 \leq R_{AB} \leq 4.$                       + B)  $12 \leq R_{AB} \leq 16.$   
 Б)  $4 \leq R_{AB} \leq 8.$                       Г)  $16 \leq R_{AB} \leq 32.$

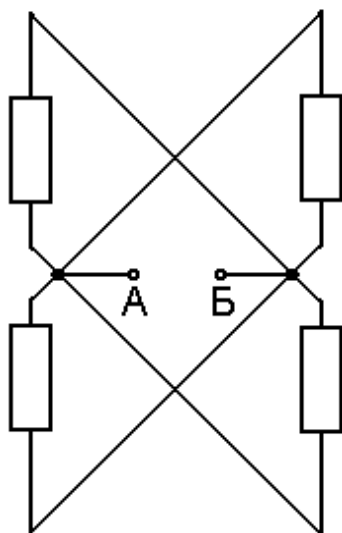
### 5.11 СОЕДИНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ. Вариант-2. Тест-3

1. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



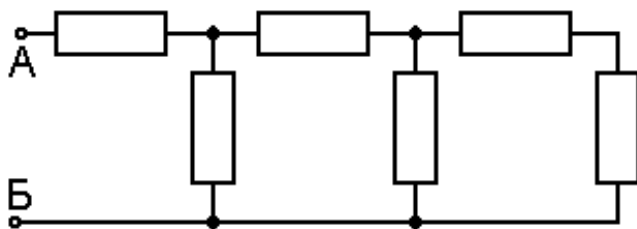
- A) 2.                      В) 6.  
+ Б) 4.                    Г) 8.

2. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



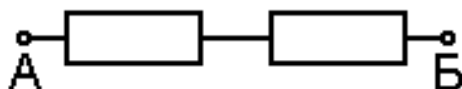
- + А) 1.                      В) 3.  
Б) 2.                        Г) 4.

3. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 8 ОМ.



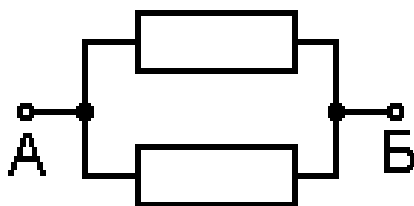
- А) 9.                    + В) 13.  
 Б) 12.                    Г) 17.

4. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



- А) 2.                    В) 6.  
 Б) 4.                    + Г) 8.

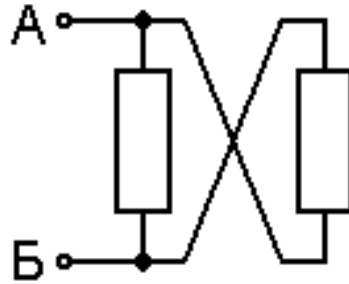
5. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



- + А) 2.                    В) 6.  
 Б) 4.                    Г) 8.

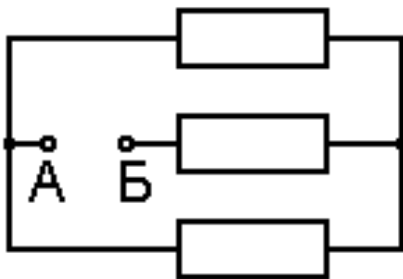


6. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



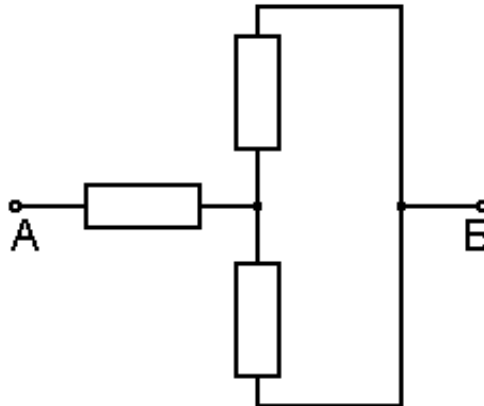
- + А) 2.
- Б) 4.
- В) 6.
- Г) 8.

7. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



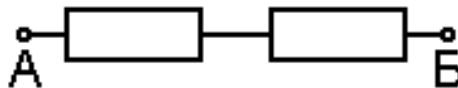
- А) 2.
- Б) 4.
- + В) 6.
- Г) 8.

8. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



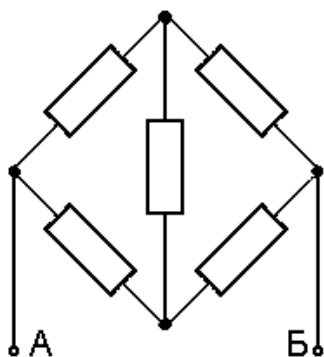
- A) 2.
- Б) 4.
- + В) 6.
- Г) 8.

9. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



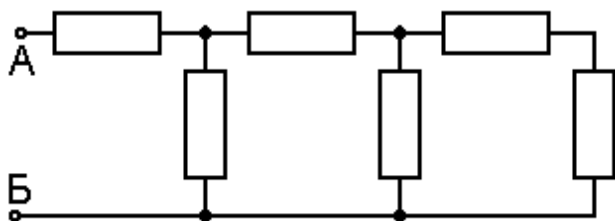
- A) 2.
- Б) 4.
- В) 6.
- + Г) 8.

10. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б? ВСЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАВНЫ 4 ОМ.



- А) 2.
- + Б) 4.
- В) 6.
- Г) 8.

11. НА РИСУНКЕ ИЗОБРАЖЕНА ЦЕПЬ ИЗ ТРЕХ ЗВЕНЬЕВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ ОДИНАКОВЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПО 8 ОМ. ДОПУСТИМ, ЦЕПЬ СОДЕРЖИТ НЕ 3, А 1000 ТАКИХ ЗВЕНЬЕВ. КАКИМ БУДЕТ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ МЕЖДУ ТОЧКАМИ А И Б?

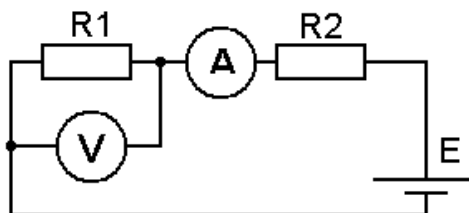


- А)  $2 \leq R_{AB} \leq 4$ .
- Б)  $4 \leq R_{AB} \leq 8$ .
- + В)  $12 \leq R_{AB} \leq 16$ .
- Г)  $16 \leq R_{AB} \leq 32$ .

### 5.12 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ. Вариант-1. Тест-4А

1. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ

$E=12\text{ В}$ ,  $R_i=0$ ,  $R_1=2$ ,  $R_2=2$ ,  $R_V=\infty$ ,  $R_A=0$ .



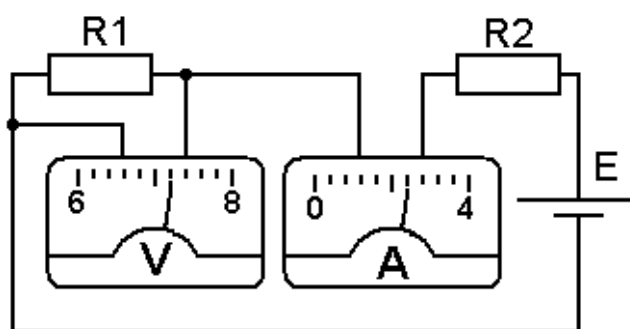
А)  $V=4\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .

Б)  $V=5\text{В}$ ;  $A=1\text{А}$ .

+ В)  $V=6\text{В}$ ;  $A=3\text{А}$ .

Г)  $V=6\text{В}$ ;  $A=6\text{А}$ .

2. ЧЕМУ РАВНЫ  $R_1$  И  $R_2$  [Ом], ЕСЛИ  $E=12\text{ В}$ ? ВНУТРЕННЕЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКА ТОКА  $R_i=0$ . ВОЛЬТМЕТР И АМПЕРМЕТР – ИДЕАЛЬНЫЕ, Т.Е.  $R_V=\infty$ ;  $R_A=0$ .



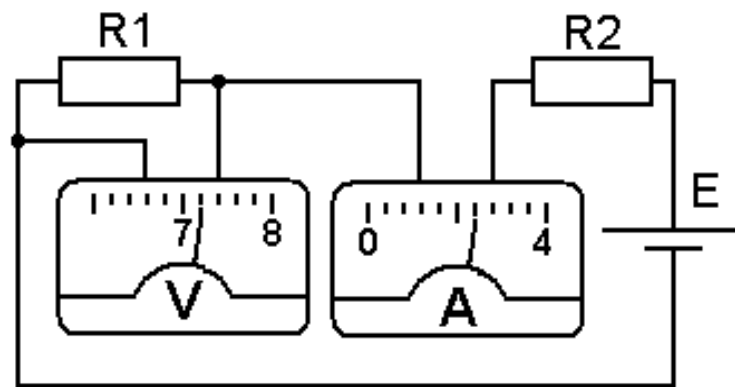
+ А)  $R_1=3$ ;  $R_2=2$ .

Б)  $R_1=2$ ;  $R_2=2$ .

В)  $R_1=2$ ;  $R_2=3$ .

Г)  $R_1=3$ ;  $R_2=3$ .

3. ЧЕМУ РАВНЫ  $R_1$  И  $R_2$  [Ом], ЕСЛИ  $E=12$  В,  $R_i=0$ ,  $R_V=\infty$ ,  $R_A=0$ .



+ А)  $R_1=3$ ;  $R_2=2$ .

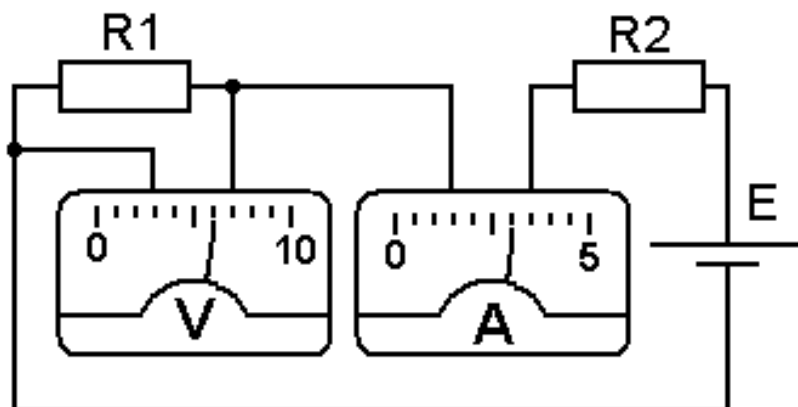
Б)  $R_1=2$ ;  $R_2=2$ .

В)  $R_1=3$ ;  $R_2=4$ .

Г)  $R_1=10$ ;  $R_2=4$ .

4. ЧЕМУ РАВНЫ  $R_1$  И  $R_2$  [Ом], ЕСЛИ  $E=12$  В?

$R_i=0$ ;  $R_V=6$ ;  $R_A=0$ .



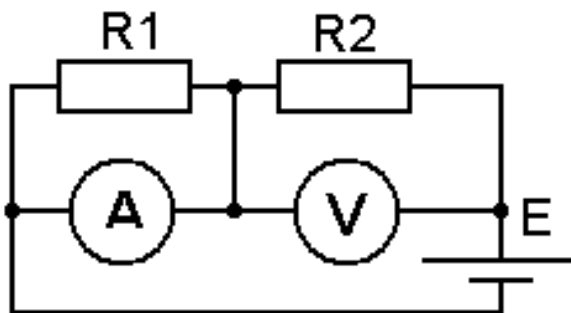
+ А)  $R_1=3$ ;  $R_2=2$ .

Б)  $R_1=10$ ;  $R_2=3$ .

В)  $R_1=3$ ;  $R_2=4$ .

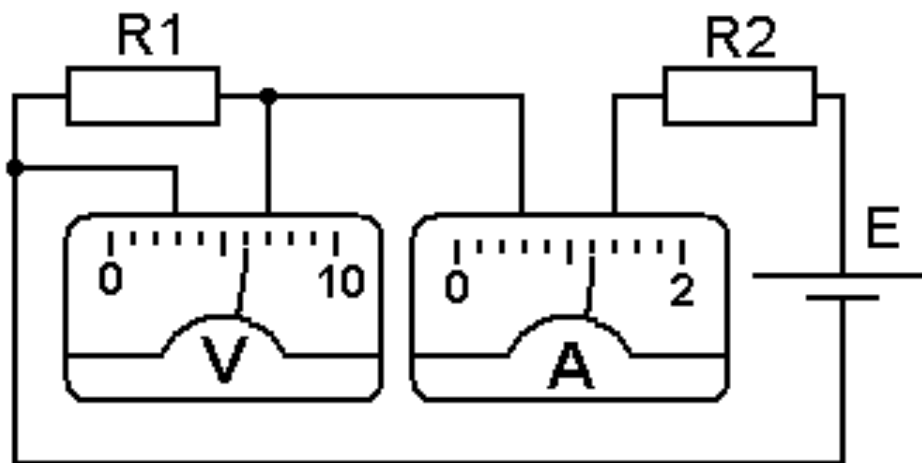
Г)  $R_1=10$ ;  $R_2=4$ .

5. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  $E=12\text{ В}$ ,  $R_i=0$ ,  $R_1=2$ ,  $R_2=2$ ,  $R_V=\infty$ ,  $R_A=0$ .



- A)  $V=4\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .
- Б)  $V=5\text{В}$ ;  $A=1\text{А}$ .
- В)  $V=6\text{В}$ ;  $A=3\text{А}$ .
- + Г)  $V=6\text{В}$ ;  $A=6\text{А}$ .

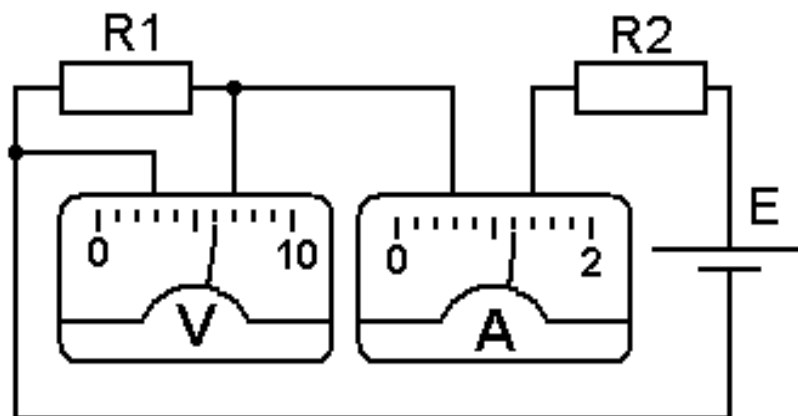
6. ЧЕМУ РАВНЫ  $R_1$  И  $R_2$  [Ом], ЕСЛИ  $E=12\text{ В}$ ?  
 $R_i=0$ ;  $R_V=10$ ;  $R_A=1$ .



- A)  $R_1=10$ ;  $R_2=3$ .
- Б)  $R_1=2$ ;  $R_2=2$ .
- В)  $R_1=3$ ;  $R_2=4$ .
- + Г)  $R_1=10$ ;  $R_2=4$ .

7. ЧЕМУ РАВНЫ  $R_1$  И  $R_2$  [Ом], ЕСЛИ  $E=12$  В?

$R_i=1$ ;  $R_V=10$ ;  $R_A=1$ .



+ А)  $R_1=10$ ;  $R_2=3$ .

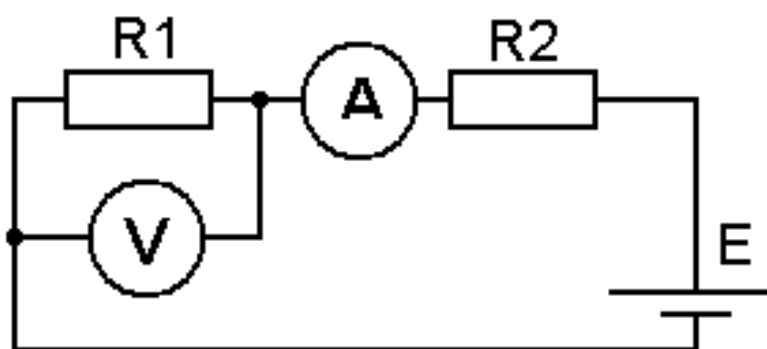
Б)  $R_1=2$ ;  $R_2=2$ .

В)  $R_1=3$ ;  $R_2=4$ .

Г)  $R_1=10$ ;  $R_2=4$ .

8. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ

$E=9$  В,  $R_i=1$ ,  $R_1=10$ ,  $R_2=2$ ,  $R_V=10$ ,  $R_A=1$ .



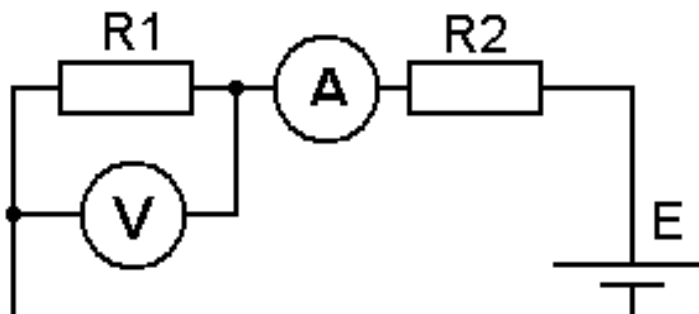
А)  $V=4$ В;  $A=4$ А.

+ Б)  $V=5$ В;  $A=1$ А.

В)  $V=6$ В;  $A=3$ А.

Г)  $V=6$ В;  $A=1$ А.

9. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  
 $E=8\text{ В}$ ,  $R_i=1$ ,  $R_1=10$ ,  $R_2=2$ ,  $R_V=10$ ,  $R_A=0$



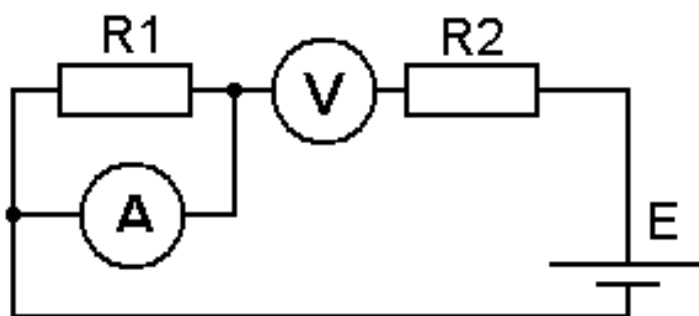
А)  $V=4\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .

+ Б)  $V=5\text{В}$ ;  $A=1\text{А}$ .

В)  $V=6\text{В}$ ;  $A=3\text{А}$ .

Г)  $V=6\text{В}$ ;  $A=6\text{А}$ .

10. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  
 $E=30\text{В}$ ,  $R_i=1$ ,  $R_1=4$ ,  $R_2=2$ ,  $R_V=10$ ,  $R_A=4$ .



А)  $V=0\text{В}$ ;  $A=0\text{А}$ , т.к. приборы включены неверно.

Б)  $V=4\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .

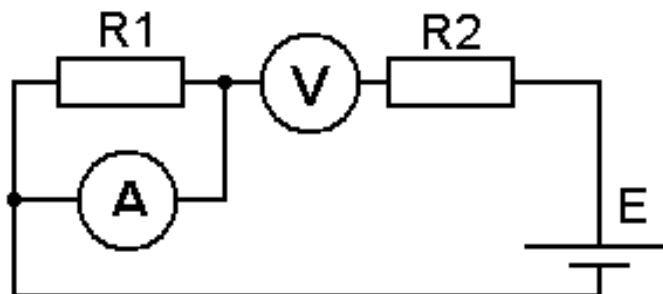
+ В)  $V=20\text{В}$ ;  $A=1\text{А}$ .

Г)  $V=22\text{В}$ ;  $A=2\text{А}$ .



11. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ

$E=12\text{В}$ ,  $R_i=0$ ,  $R_1=10$ ,  $R_2=5$ ,  $R_V=\infty$ ,  $R_A=0$



А)  $V=0\text{В}$ ;  $A=0\text{А}$ , т.к. приборы включены неверно.

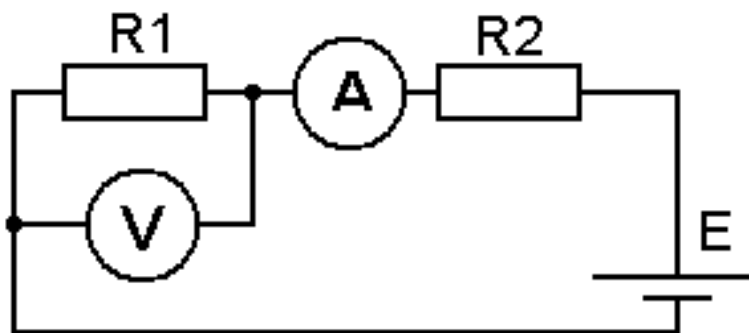
Б)  $V=4\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .

В)  $V=6\text{В}$ ;  $A=3\text{А}$ .

+ Г)  $V=12\text{В}$ ;  $A=0\text{А}$ .

12. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ

$E=12\text{В}$ ,  $R_i=0$ ,  $R_1=2$ ,  $R_2=2$ ,  $R_V=2$ ,  $R_A=0$



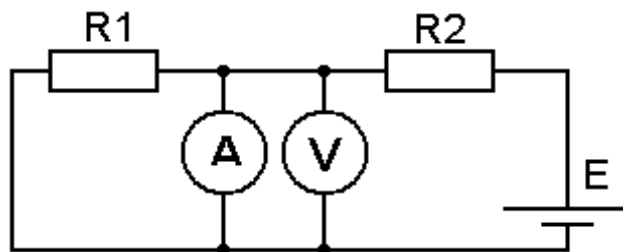
+ А)  $V=4\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .

Б)  $V=5\text{В}$ ;  $A=1\text{А}$ .

В)  $V=6\text{В}$ ;  $A=3\text{А}$ .

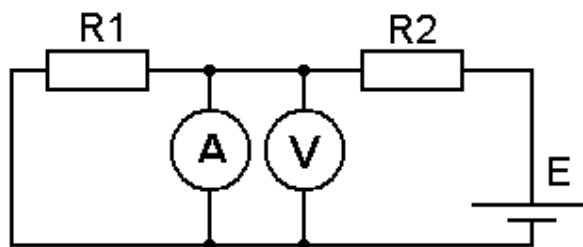
Г)  $V=6\text{В}$ ;  $A=6\text{А}$ .

13. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  $E=30\text{В}$ ,  $R_i=0$ ,  $R_1=4$ ,  $R_2=4$ ,  $R_V=\infty$ ,  $R_A=0$ .



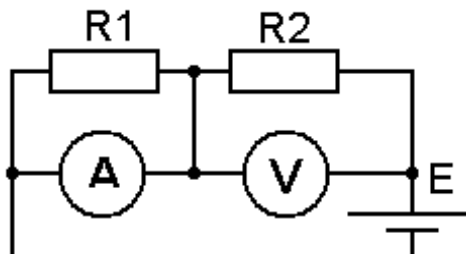
- А)  $V=0\text{В}$ ;  $A=0\text{А}$ , т.к. приборы включены неверно.  
 Б)  $V=0\text{В}$ ;  $A=0\text{А}$ , т.к. прибор А включен неверно.  
 + В)  $V=0\text{В}$ ;  $A=3\text{А}$ .                      Г)  $V=20\text{В}$ ;  $A=1\text{А}$ .

14. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  $E=24\text{В}$ ,  $R_i=1$ ,  $R_1=24$ ,  $R_2=4$ ,  $R_V=30$ ,  $R_A=8$



- А)  $V=0\text{В}$ ;  $A=0\text{А}$ , т.к. приборы включены неверно.  
 Б)  $V=0\text{В}$ ;  $A=0\text{А}$ , т.к. прибор А включен неверно.  
 В)  $V=24\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .                      + Г)  $V=12\text{В}$ ;  $A=2\text{А}$ .

5. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  $E=12\text{ В}$ ,  $R_i=0$ ,  $R_1=2$ ,  $R_2=2$ ,  $R_V=\infty$ ,  $R_A=0$ .

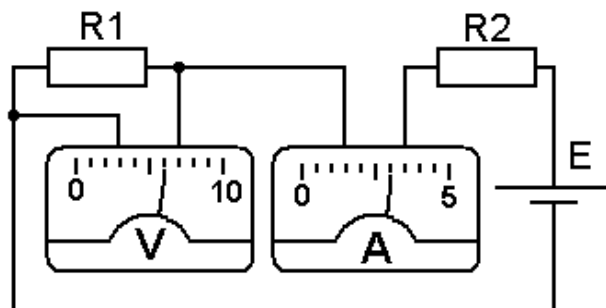


- А)  $V=4\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .                      В)  $V=6\text{В}$ ;  $A=3\text{А}$ .  
 Б)  $V=5\text{В}$ ;  $A=1\text{А}$ .                      + Г)  $V=6\text{В}$ ;  $A=6\text{А}$ .

### 5.13 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ. Вариант-2. Тест-4А

1. ЧЕМУ РАВНЫ  $R_1$  И  $R_2$  [Ом], ЕСЛИ  $E=12$  В?

$R_i=0$ ;  $R_V=6$ ;  $R_A=0$



+ А)  $R_1=3$ ;  $R_2=2$ .

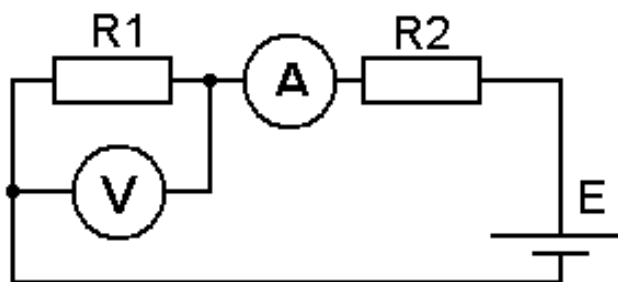
Б)  $R_1=10$ ;  $R_2=3$ .

В)  $R_1=3$ ;  $R_2=4$ .

Г)  $R_1=10$ ;  $R_2=4$ .

2. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ

$E=12$  В,  $R_i=0$ ,  $R_1=2$ ,  $R_2=2$ ,  $R_V=\infty$ ,  $R_A=0$



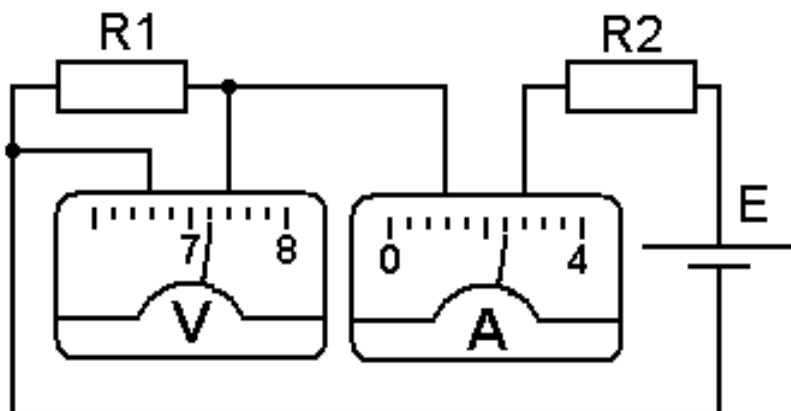
А)  $V=4$ В;  $A=4$ А.

Б)  $V=5$ В;  $A=1$ А.

+ В)  $V=6$ В;  $A=3$ А.

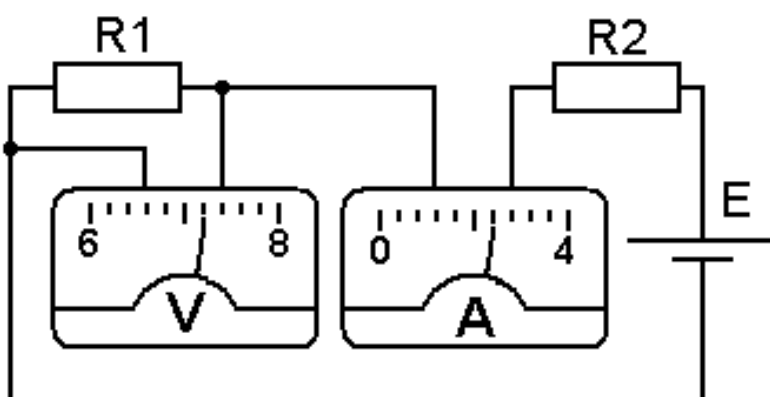
Г)  $V=6$ В;  $A=6$ А.

3. ЧЕМУ РАВНЫ  $R_1$  И  $R_2$  [Ом], ЕСЛИ  $E=12$  В,  $R_i=0$ ,  $R_V=\infty$ ,  $R_A=0$



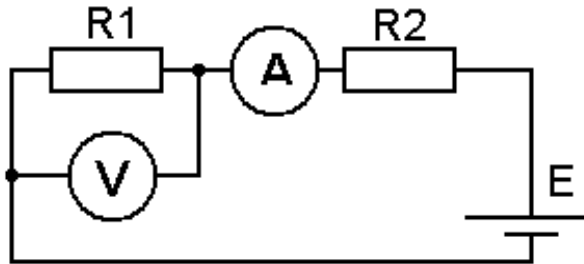
- + А)  $R_1=3$ ;  $R_2=2$ .
- Б)  $R_1=2$ ;  $R_2=2$ .
- В)  $R_1=3$ ;  $R_2=4$ .
- Г)  $R_1=10$ ;  $R_2=4$ .

4. ЧЕМУ РАВНЫ  $R_1$  И  $R_2$  [Ом], ЕСЛИ  $E=12$  В? ВНУТРЕННЕЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКА ТОКА  $R_i=0$ . ВОЛЬТМЕТР И АМПЕРМЕТР – ИДЕАЛЬНЫЕ, Т.Е.  $R_V=\infty$ ;  $R_A=0$



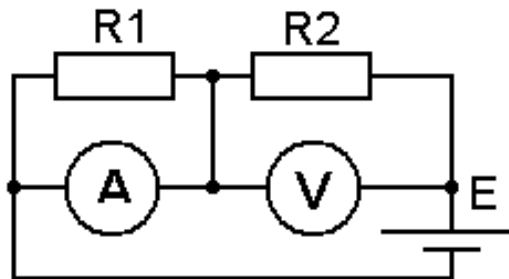
- + А)  $R_1=3$ ;  $R_2=2$ .
- Б)  $R_1=2$ ;  $R_2=2$ .
- В)  $R_1=2$ ;  $R_2=3$ .
- Г)  $R_1=3$ ;  $R_2=3$ .

5. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  
 $E=12\text{ В}$ ,  $R_i=0$ ,  $R_1=2$ ,  $R_2=2$ ,  $R_V=\infty$ ,  $R_A=0$



- A)  $V=4\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .
- Б)  $V=5\text{В}$ ;  $A=1\text{А}$ .
- + B)  $V=6\text{В}$ ;  $A=3\text{А}$ .
- Г)  $V=6\text{В}$ ;  $A=6\text{А}$ .

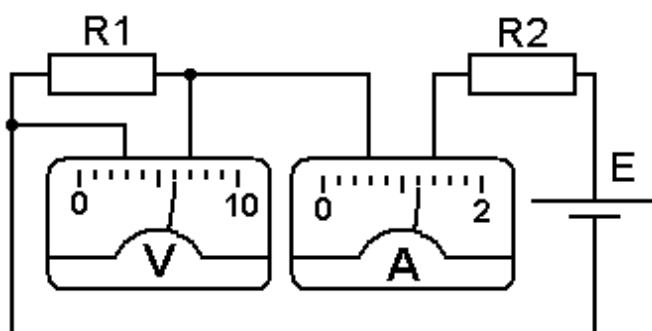
6. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  $E=12\text{ В}$ ,  $R_i=0$ ,  $R_1=2$ ,  
 $R_2=2$ ,  $R_V=\infty$ ,  $R_A=0$



- A)  $V=4\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .
- Б)  $V=5\text{В}$ ;  $A=1\text{А}$ .
- В)  $V=6\text{В}$ ;  $A=3\text{А}$ .
- + Г)  $V=6\text{В}$ ;  $A=6\text{А}$ .

7. ЧЕМУ РАВНЫ  $R_1$  И  $R_2$  [Ом], ЕСЛИ  $E=12$  В?

$R_i=0$ ;  $R_V=10$ ;  $R_A=1$



А)  $R_1=10$ ;  $R_2=3$ .

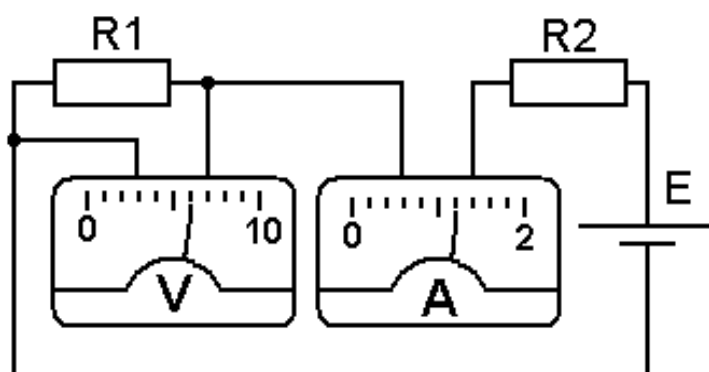
Б)  $R_1=2$ ;  $R_2=2$ .

В)  $R_1=3$ ;  $R_2=4$ .

+ Г)  $R_1=10$ ;  $R_2=4$ .

8. ЧЕМУ РАВНЫ  $R_1$  И  $R_2$  [Ом], ЕСЛИ  $E=12$  В?

$R_i=1$ ;  $R_V=10$ ;  $R_A=1$ . (Рис.4).



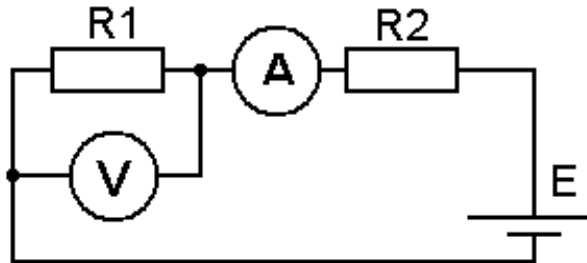
+ А)  $R_1=10$ ;  $R_2=3$ .

Б)  $R_1=2$ ;  $R_2=2$ .

В)  $R_1=3$ ;  $R_2=4$ .

Г)  $R_1=10$ ;  $R_2=4$ .

8. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  
 $E=9\text{ В}$ ,  $R_i=1$ ,  $R_1=10$ ,  $R_2=2$ ,  $R_V=10$ ,  $R_A=1$ ?



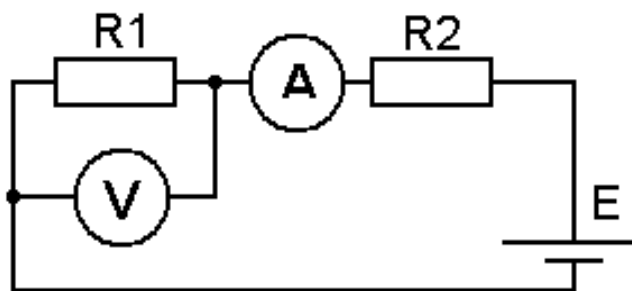
А)  $V=4\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .

+ Б)  $V=5\text{В}$ ;  $A=1\text{А}$ .

В)  $V=6\text{В}$ ;  $A=3\text{А}$ .

Г)  $V=6\text{В}$ ;  $A=1\text{А}$ .

9. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  
 $E=8\text{ В}$ ,  $R_i=1$ ,  $R_1=10$ ,  $R_2=2$ ,  $R_V=10$ ,  $R_A=0$ ?



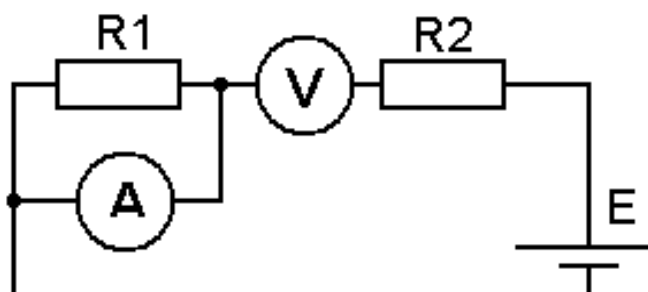
А)  $V=4\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .

+ Б)  $V=5\text{В}$ ;  $A=1\text{А}$ .

В)  $V=6\text{В}$ ;  $A=3\text{А}$ .

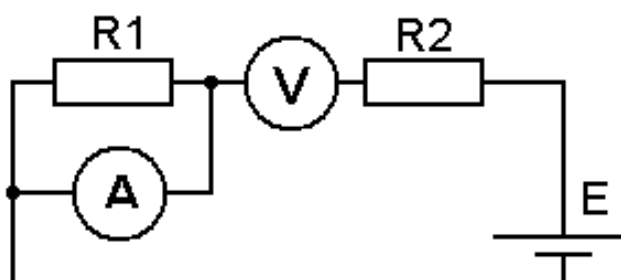
Г)  $V=6\text{В}$ ;  $A=6\text{А}$ .

10. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  
 $E=30\text{В}$ ,  $R_i=1$ ,  $R_1=4$ ,  $R_2=2$ ,  $R_V=10$ ,  $R_A=4$ ?



- А)  $V=0\text{В}$ ;  $A=0\text{А}$ , т.к. приборы включены неверно.  
 Б)  $V=4\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .  
 + В)  $V=20\text{В}$ ;  $A=1\text{А}$ .  
 Г)  $V=22\text{В}$ ;  $A=2\text{А}$ .

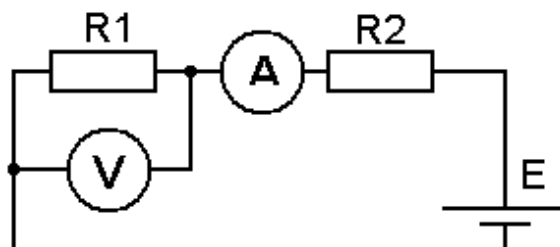
11. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  
 $E=12\text{В}$ ,  $R_i=0$ ,  $R_1=10$ ,  $R_2=5$ ,  $R_V=\infty$ ,  $R_A=0$ ?



- А)  $V=0\text{В}$ ;  $A=0\text{А}$ , т.к. приборы включены неверно.  
 Б)  $V=4\text{В}$ ;  $A=4\text{А}$ .  
 В)  $V=6\text{В}$ ;  $A=3\text{А}$ .  
 + Г)  $V=12\text{В}$ ;  $A=0\text{А}$ .

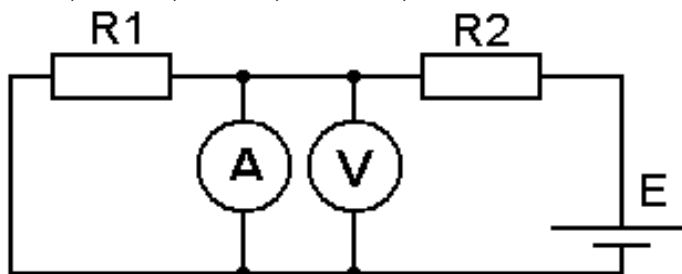


12. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  
 $E=12\text{ В}$ ,  $R_i=0$ ,  $R_1=2$ ,  $R_2=2$ ,  $R_V=2$ ,  $R_A=0$ ?



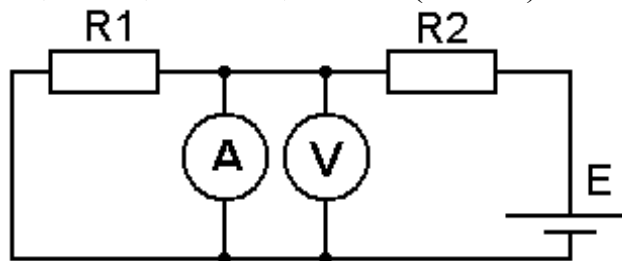
- + А)  $V=4\text{ В}$ ;  $A=4\text{ А}$ .      В)  $V=6\text{ В}$ ;  $A=3\text{ А}$ .  
 Б)  $V=5\text{ В}$ ;  $A=1\text{ А}$ .      Г)  $V=6\text{ В}$ ;  $A=6\text{ А}$ .

13. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  
 $E=30\text{ В}$ ,  $R_i=0$ ,  $R_1=4$ ,  $R_2=4$ ,  $R_V=\infty$ ,  $R_A=0$ ?



- А)  $V=0\text{ В}$ ;  $A=0\text{ А}$ , т.к. приборы включены неверно.  
 Б)  $V=0\text{ В}$ ;  $A=0\text{ А}$ , т.к. прибор А включен неверно.  
 + В)  $V=0\text{ В}$ ;  $A=3\text{ А}$ .      Г)  $V=20\text{ В}$ ;  $A=1\text{ А}$ .

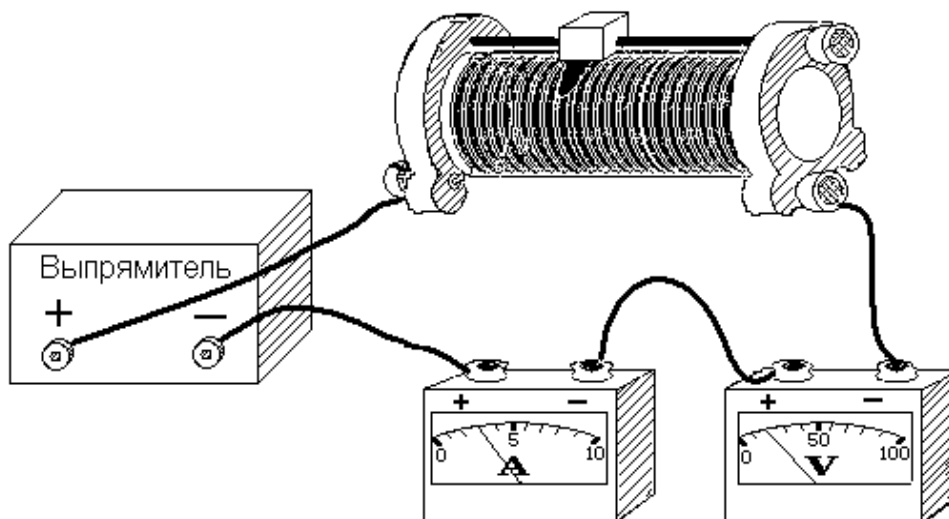
14. ЧЕМУ РАВНЫ ПОКАЗАНИЯ А и V, ЕСЛИ  
 $E=24\text{ В}$ ,  $R_i=1$ ,  $R_1=24$ ,  $R_2=4$ ,  $R_V=30$ ,  $R_A=8$ . (Рис.13).



- А)  $V=0\text{ В}$ ;  $A=0\text{ А}$ , т.к. приборы включены неверно.  
 Б)  $V=0\text{ В}$ ;  $A=0\text{ А}$ , т.к. прибор А включен неверно.  
 В)  $V=24\text{ В}$ ;  $A=4\text{ А}$ .      + Г)  $V=12\text{ В}$ ;  $A=2\text{ А}$ .

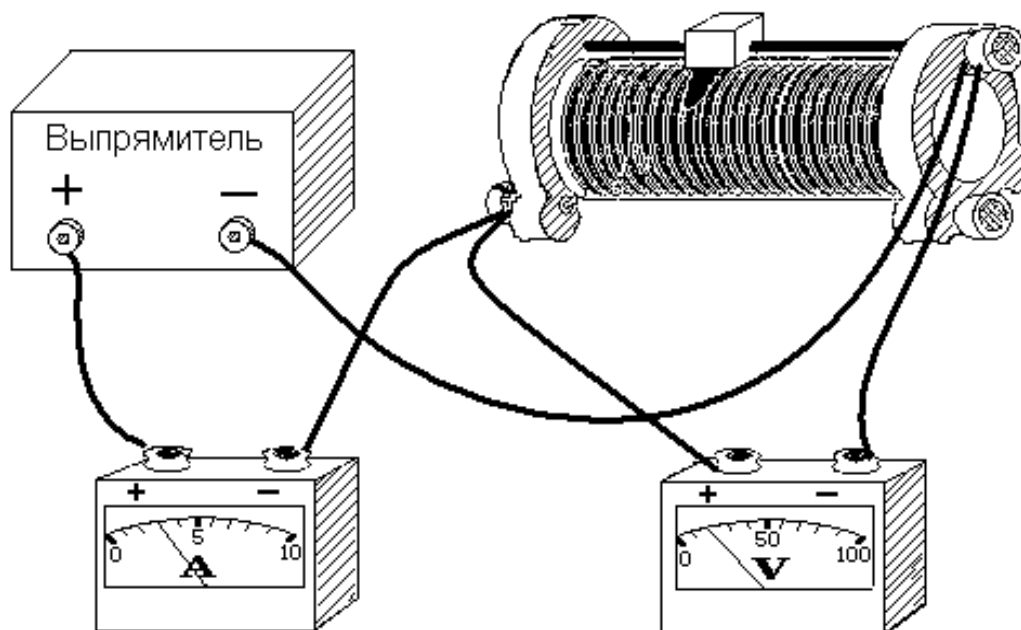
## 5.14 ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ СХЕМЫ. Вариант 1

1. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ РЕОСТАТА?



- А) 6,7 Ом.                      + В) Амперметр включен неправильно.  
Б) 1,5 Ом.                      Г) Вольтметр включен неправильно.

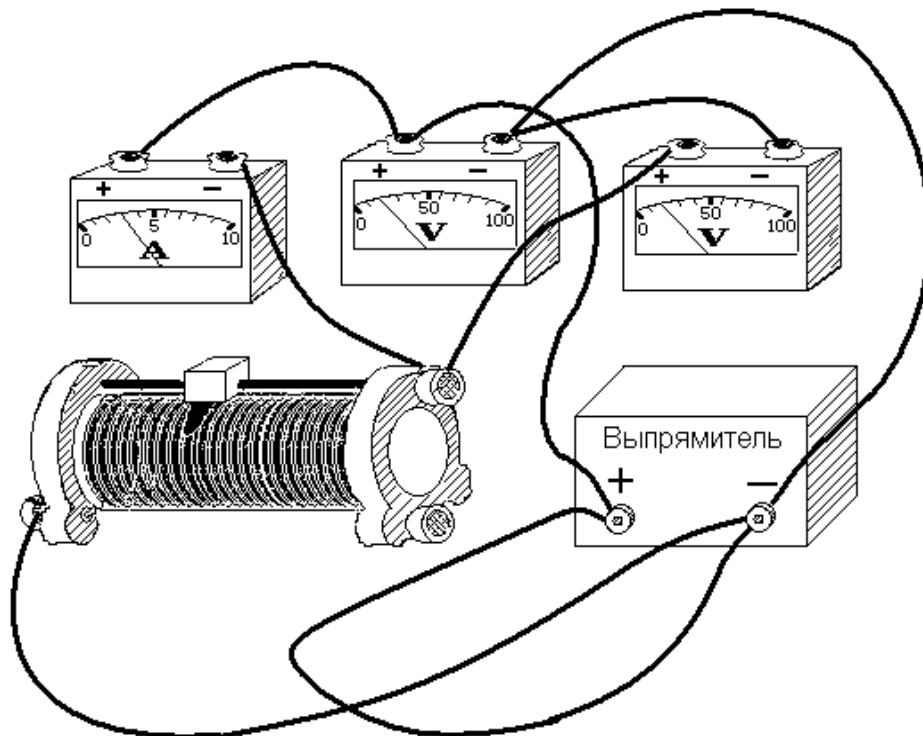
2. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ РЕОСТАТА?



- + А) 6,7 Ом.                      В) Амперметр включен неправильно.  
Б) 1,5 Ом.                      Г) Вольтметр включен неправильно.

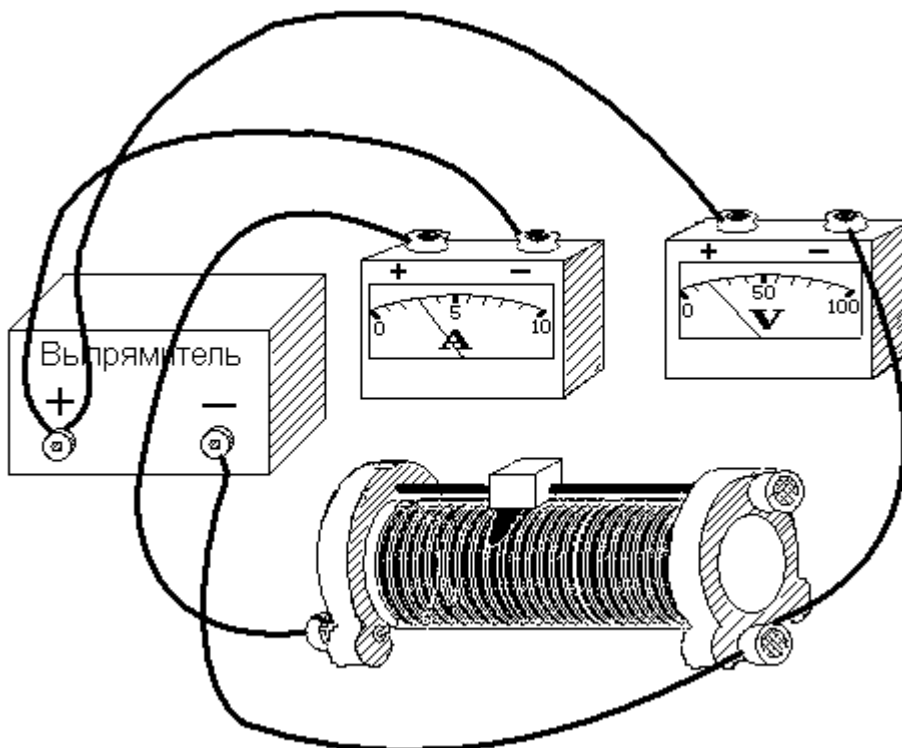


5. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ РЕОСТАТА?



А) 6,7 Ом.    Б) 1,5 Ом.    + В) В схеме ошибка.

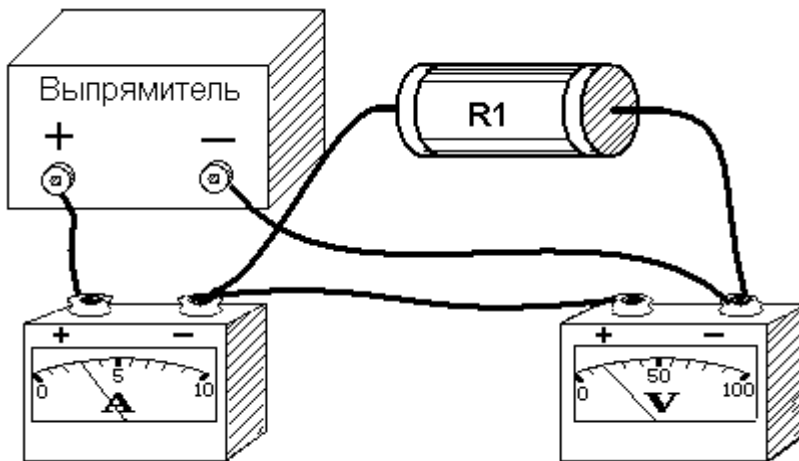
6. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ РЕОСТАТА?



А) 6,7 Ом.    + В) Амперметр включен неправильно.

Б) 1,5 Ом.    Г) Вольтметр включен неправильно.

7. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ R1?



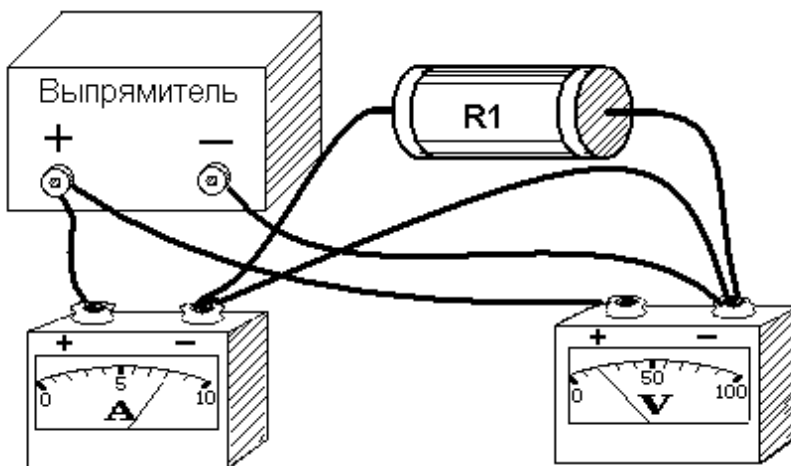
+ А) 6,7 Ом.

В) Амперметр включен неправильно.

Б) 1,5 Ом.

Г) Вольтметр включен неправильно.

8. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ R1?



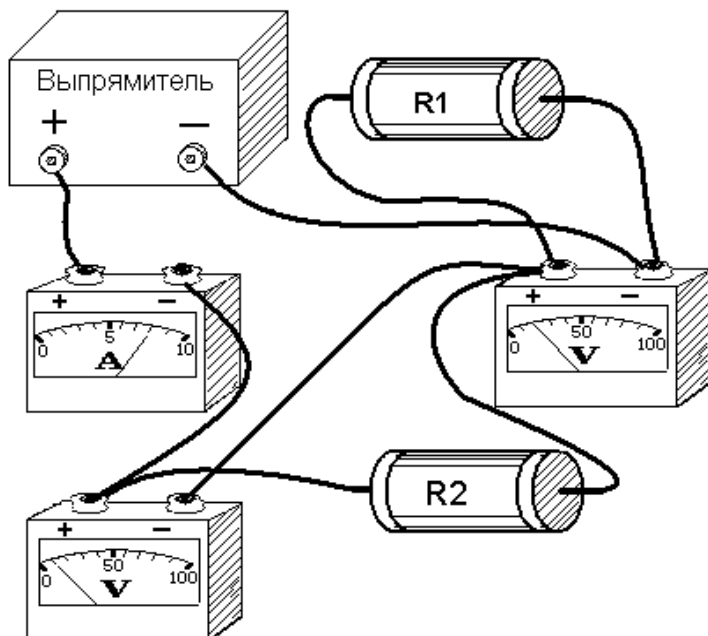
А) 2,5 Ом.

В) Вольтметр включен неправильно.

Б) 4 Ом.

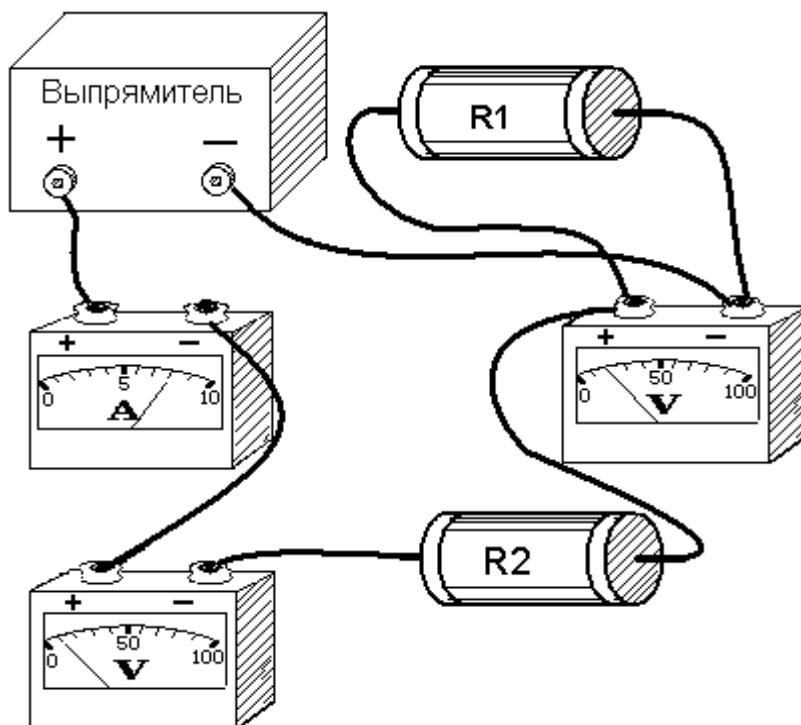
+ Г) Амперметр включен неправильно.

9. ЧЕМУ РАВНЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ R1 И R2?



- + А)  $R_1=1,25 \text{ Ом}$ ;  $R_2=2,5 \text{ Ом}$ .    В) Амперметр включен неправильно.  
 Б)  $R_1=2,5 \text{ Ом}$ ;  $R_2=1,25 \text{ Ом}$ .    Г) Вольтметр включен неправильно.

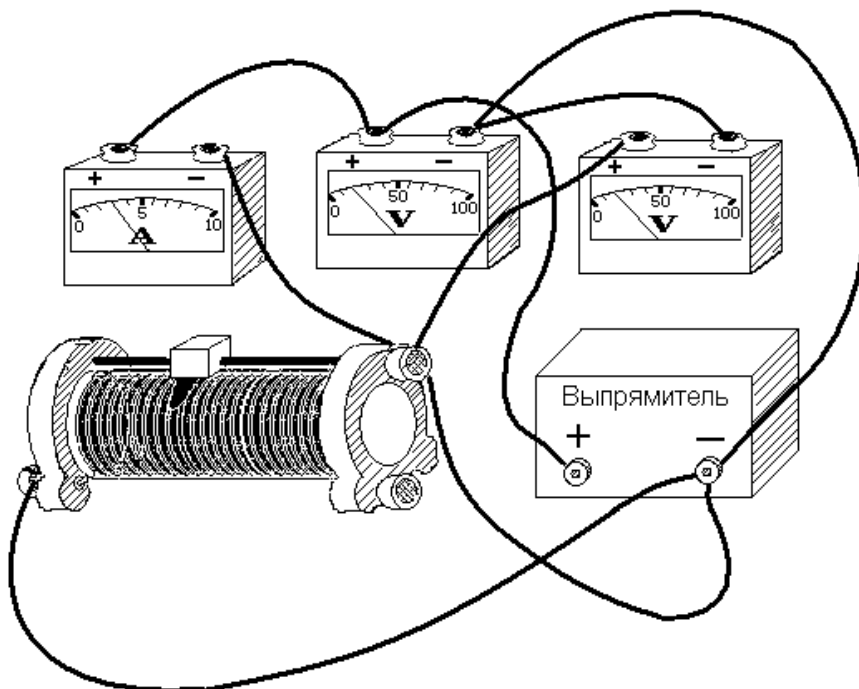
10. ЧЕМУ РАВНЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ R1 И R2?



- А)  $R_1=1,25 \text{ Ом}$      $R_2=2,5 \text{ Ом}$ .    Б) Амперметр включен неправильно.  
 В)  $R_1=2,5 \text{ Ом}$      $R_2=1,25 \text{ Ом}$ .    + Г) Вольтметр включен неправильно.

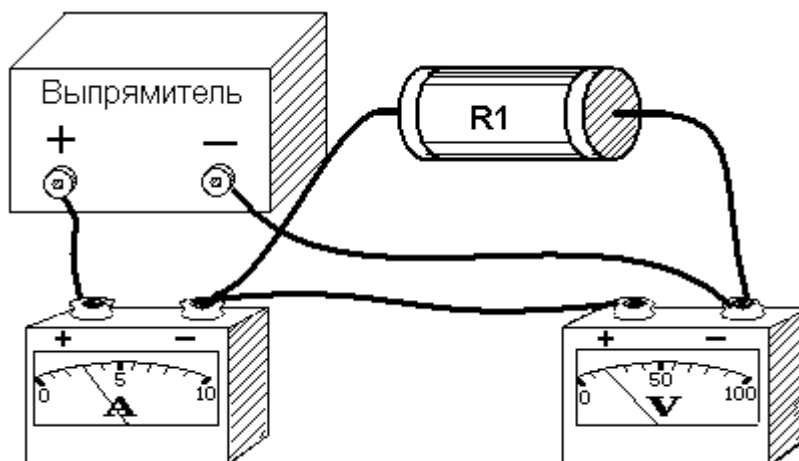
## 5.15 ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ СХЕМЫ. Вариант 2

1. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ РЕОСТАТА?



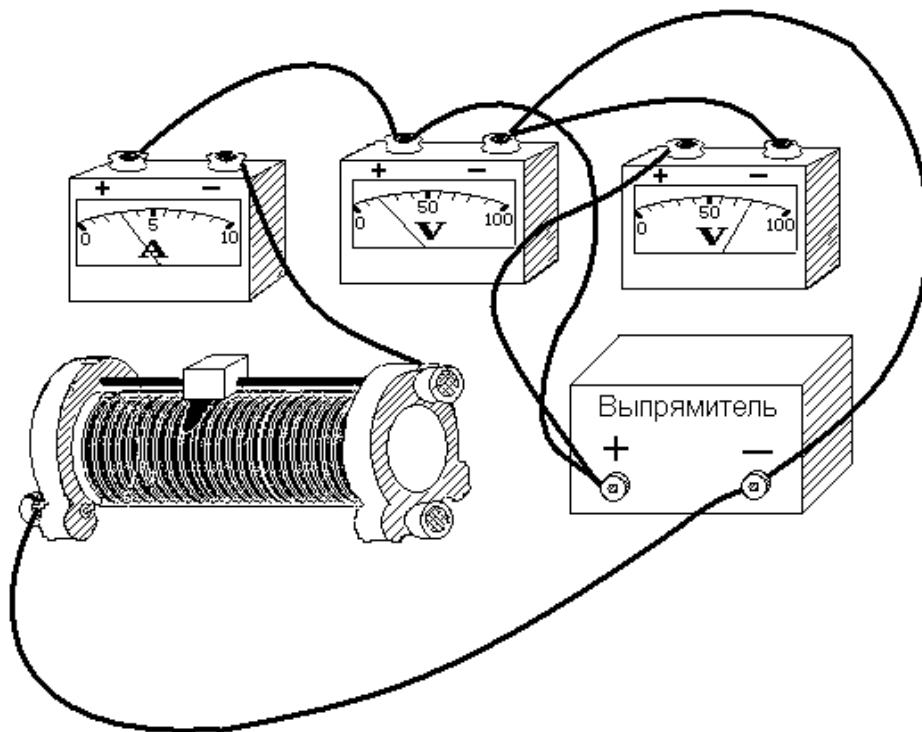
- А) 6,7 Ом.                      В) Вольтметр включен неправильно.  
Б) 1,5 Ом.                      + Г) Амперметр включен неправильно.

2. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ R1?



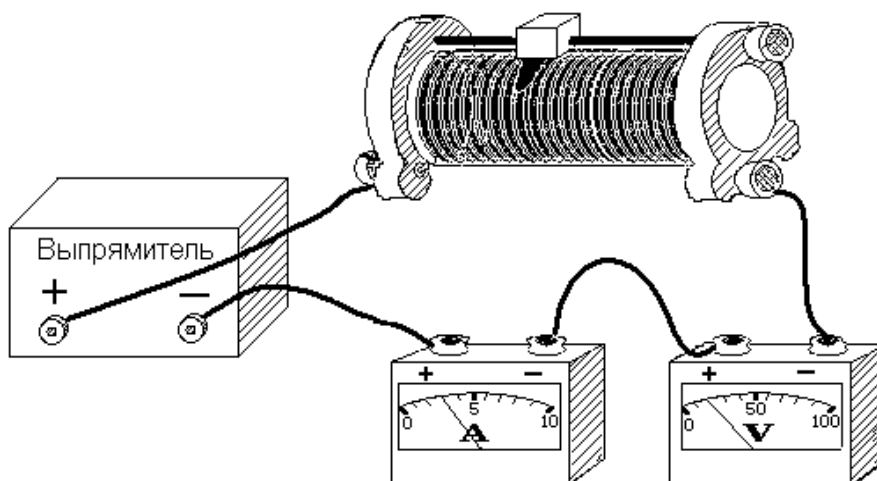
- +А) 6,7 Ом.                      В) Амперметр включен неправильно.  
Б) 1,5 Ом.                      Г) Вольтметр включен неправильно.

3. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ РЕОСТАТА?



- А) 6,7 Ом  
 Б) 26,7 Ом  
 В) Амперметр неисправен  
 Г) Амперметр включен неправильно  
 Д) Вольтметры включены неправильно  
 +Е) Вольтметры неисправны

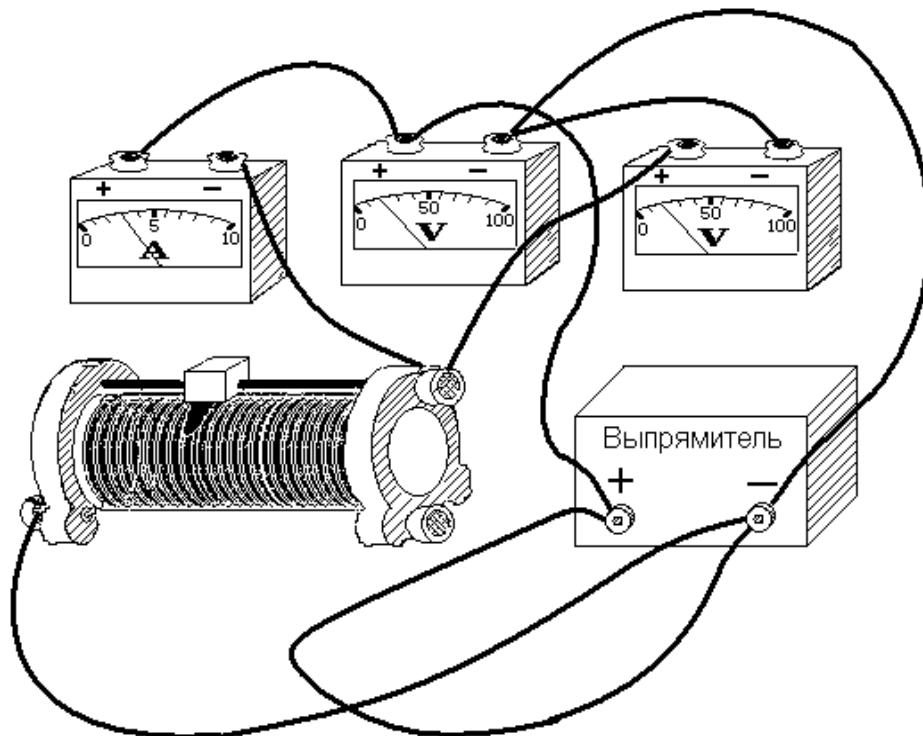
4. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ РЕОСТАТА?



- А) 6,7 Ом.  
 Б) 1,5 Ом.  
 + В) Амперметр включен неправильно.  
 Г) Вольтметр включен неправильно.

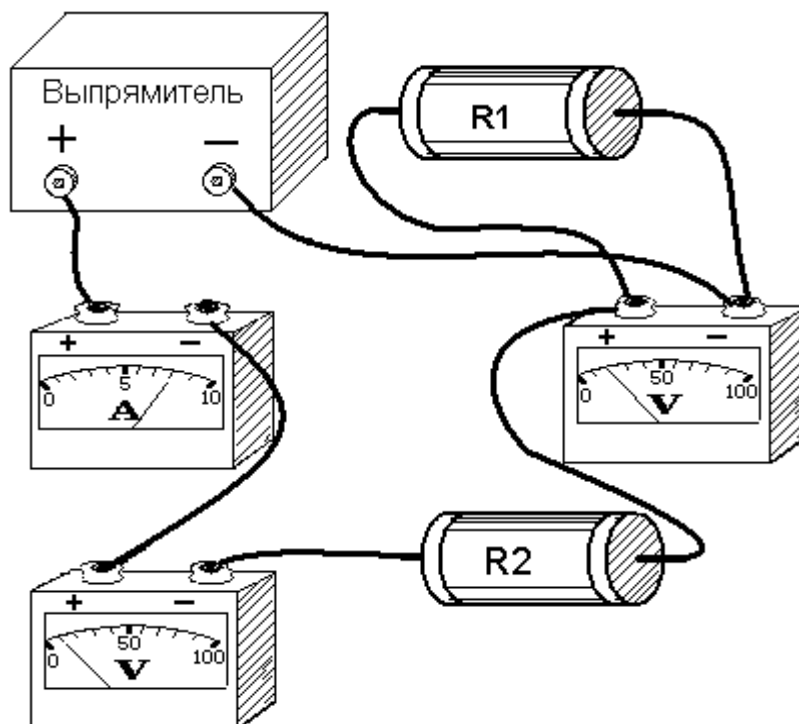


5. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ РЕОСТАТА?



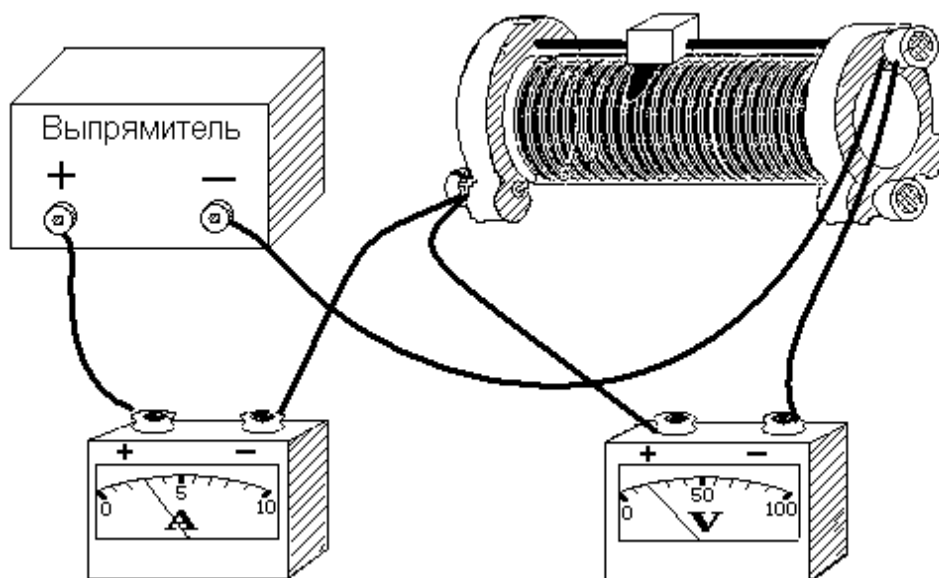
А) 6,7 Ом.    Б) 1,5 Ом.    + В) В схеме ошибка.

6. ЧЕМУ РАВНЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ R1 И R2?



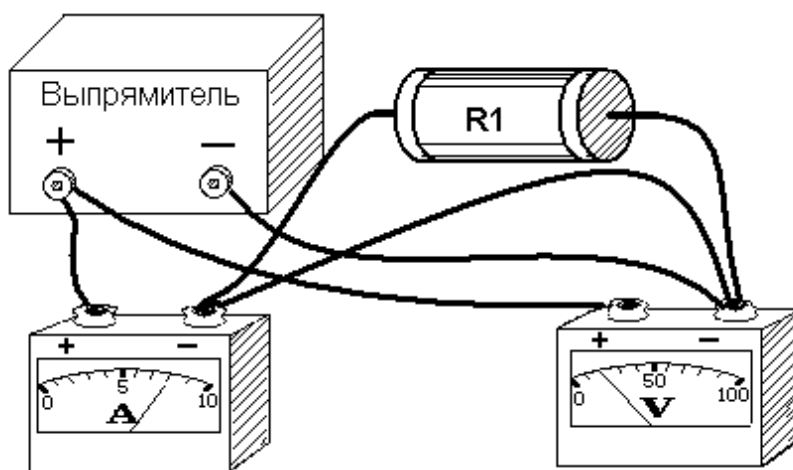
А)  $R_1=1,25 \text{ Ом}$ ;     $R_2=2,5 \text{ Ом}$ .    Б) Амперметр включен неправильно.  
 В)  $R_1=2,5 \text{ Ом}$ ;     $R_2=1,25 \text{ Ом}$ .    + Г) Вольтметр включен неправильно.

7. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ РЕОСТАТА?



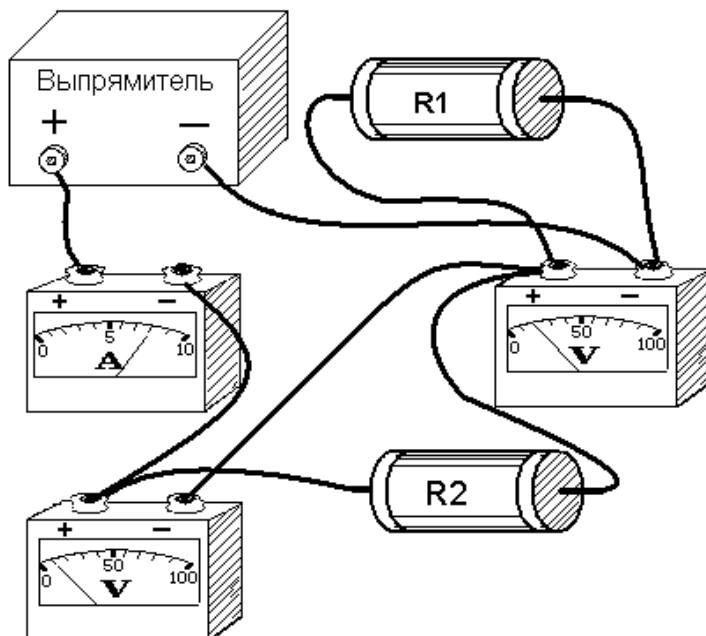
- + А) 6,7 Ом.                      В) Амперметр включен неправильно.  
 Б) 1,5 Ом.                        Г) Вольтметр включен неправильно.

8. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ R1?



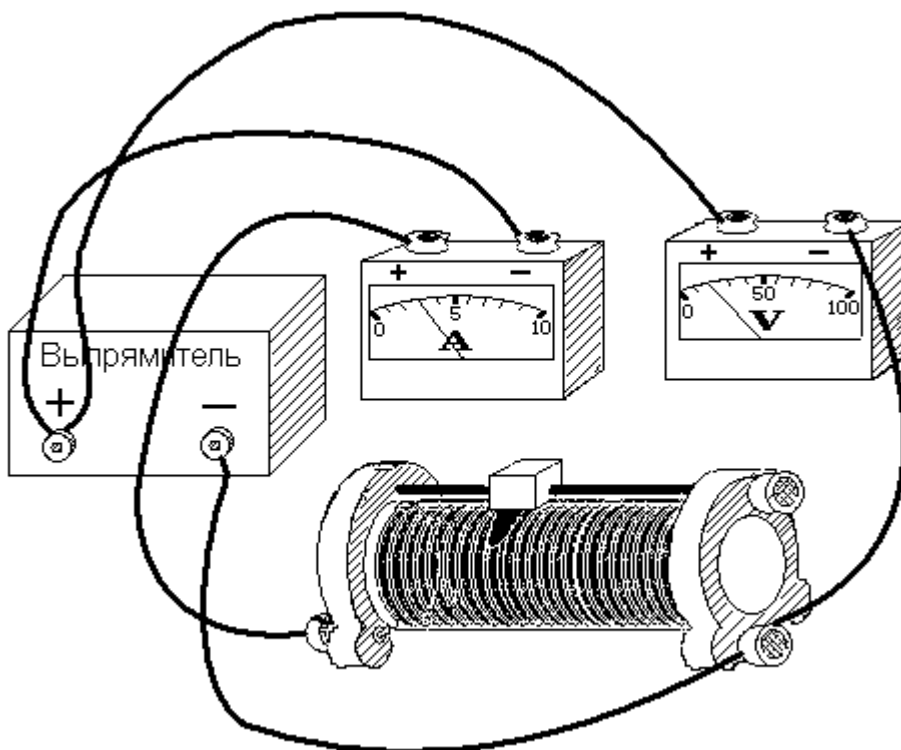
- А) 2,5 Ом.                              В) Вольтметр включен неправильно.  
 Б) 4 Ом.                                + Г) Амперметр включен неправильно.

9. ЧЕМУ РАВНЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ R1 И R2?



- + А)  $R_1=1,25 \text{ Ом}$ ;  $R_2=2,5 \text{ Ом}$ .    В) Амперметр включен неправильно.  
 Б)  $R_1=2,5 \text{ Ом}$ ;  $R_2=1,25 \text{ Ом}$ .    Г) Вольтметр включен неправильно.

10. ЧЕМУ РАВНО СОПРОТИВЛЕНИЕ РЕОСТАТА?



- А) 6,7 Ом.    + В) Амперметр включен неправильно.  
 Б) 1,5 Ом.    Г) Вольтметр включен неправильно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аванесов В.С. Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе. – М., 1989. – 167 с.
2. Аванесов В.С. Тесты: история и теория // Управление школой. 1999. № 12.
3. Аванесов В.С. Педагогические измерения // Педагогические измерения, 2004, 1. – С.15-21.
4. Аванесов В.С. Применение тестовых форм в Rasch Measurement // Педагогические измерения. 2005. № 4. – С. 3 – 20.
5. Аванесов В.С. Форма тестовых заданий. – М.: Центр тестирования, 2005. – 156 с.
6. Анастаси А., Урбина С. Психологическое тестирование. – Спб.: Питер, 2006. – 688 с.
7. Беспалько В.П. Программированное обучение. Дидактические основы. – М., 1970. – 300 с.
8. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М., 1989. – 192 с.
9. Божович Л. И. Изучение мотивации поведения детей и подростков. – М.: Педагогика, 1972. – 351 с.
10. Буравлев А.И., Переверзев В.Ю. Выбор оптимальной длины педагогического теста и оценка надежности его результатов. [Электронный ресурс]. Доступно из URL: [http://www.e-joe.ru/sod/99/2\\_99/st160.html](http://www.e-joe.ru/sod/99/2_99/st160.html). [Дата обращения 12.03.2009].
11. Вилфорд Д. Современная типология педагогических тестов. Информационный бюллетень «Тесты в образовании», 1999. Вып.1. – 56 с.
12. Войтов А.Г. Учебное тестирование для гуманитарных и экономических специальностей: Теория и практика. – 2-е изд., перераб. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2005. – 402 с.
13. Выготский Л.С. Педагогическая психология. – М., 1991. – 480 с.

14. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976. – 495 с.
15. Дубас В. Об оценивании знаний при программированном контроле // Физика в школе. 1990. № 3. – С 83.
16. Ингенкамп К. Педагогическая диагностика. – М.: Педагогика, 1991. – 240 с.
17. Кадневский В.М. История тестов. Монография. – М.: Народное образование, 2004. – 464 с.
18. Качество знаний учащихся и пути его совершенствования / Под ред. М.Н.Скаткина, В.В.Краевского. – М.: Педагогика, 1978. – 208 с.
19. Ким В.С. Компьютерная поддержка дисциплины «Общая электротехника» // Новые информационные технологии в педагогическом образовании. Тезисы докладов. XII Республиканская научно-практическая конференция, 24 – 26 апреля, 1995. Магнитогорск: Изд-во МГПИ, 1995. С.81 – 82. 157 с.
20. Ким В.С. Анализ результатов тестирования в процессе Rasch measurement // Педагогические измерения, № 4, 2005. – С.39 – 45.
21. Ким В.С. Тестирование учебных достижений. Монография. - Уссурийск: Изд.УГПИ, 2007. – 214 с.
22. Ким В.С. Измерение латентных параметров испытуемых и тестовых заданий // Теория и практика измерения латентных переменных в образовании: Мат. IX Всерос. науч.-практ.конфер (21 – 23 июня 2007 г.) -Славянск-на-Кубани: Изд.центр СГПИ, 2007 – 275 с. – С.70 – 71
23. Ким В.С. Поправка на угадывание для исходных тестовых баллов испытуемых // Вестник МГОУ. Серия "Педагогика". – 2008, № – 3. – С.230 – 235.
24. Ким В.С. Некоторые источники погрешностей измерения уровня знаний в системе управления учебным процессом // Наука и школа. 2010. № – 3. – С. 74 – 78.
25. Ким В.С. Матричное представление результатов тестирования // Вестник МГОУ, сер. «Педагогика». 2012, № 4. – С.114 – 120.

26. Клайн П. Введение в психометрическое проектирование. Справочное руководство по конструированию тестов. – Киев: ПАН Лтд, 1994. – 184 с.
27. Кларин М.В. Инновационные модели обучения в зарубежных педагогических поисках. – М.: Арена, 1994. – 223 с.
28. Колдаева В.Б., Колдаев В.М. К вопросу о планировании занятий по теоретическим дисциплинам // Гуманитарные и социально-экономические аспекты обучения и воспитания кадров ВМФ. Сб. научных статей. Вып.3. – Владивосток, ТОВМИ, 2000.
29. Кувондилов О.К., Ким В.С. Методические указания по составлению тестовых заданий. – Самарканд: Изд. Самаркандского гос. ун-та, 1992. – 47 с.
30. Майоров А.Н. Теория и практика создания тестов для системы образования. – М.: «Интеллект-центр», 2001. – 296 с.
31. Маслак А.А. Измерение латентных переменных в социально-экономических системах: Монография. – Славянск-на-Кубани: Изд. центр СГПИ, 2006, – 333 с.
32. Михайлычев Е.А. Дидактическая тестология. – М.: Народное образование, 2001. – 432 с.
33. Михеев О.В. Математические модели педагогических измерений // Педагогические измерения. 2004. № 2. – С. 75 – 88.
34. Молибог А.Г. Программированное обучение (вопросы научной организации педагогического труда). – М., Высшая школа, 1967. – 243 с.
35. Морев И.А. Образовательные информационные технологии. Часть 2. Педагогические измерения: Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. – 174 с.
36. Нардюжев В.И., Нардюжев И.В. Модели и алгоритмы информационно-вычислительной системы компьютерного тестирования Монография - М Прометей, 2000. – 148 с.
37. Нейман Ю.М., Хлебников В.А. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. – М., 2000. – 168 с.

38. Орлов А.И. Теория измерений и педагогическая диагностика. //Педагогическая информатика. 2004. № 1. – С.22 – 31.
39. Осипов А.В. Опыт обучающего тестирования в вузе (на примере дисциплины МПИ) // Наука Красноярья. 2012. Вып. 2. – С.24 – 27.
40. Переверзев В.Ю. Технология разработки тестовых заданий: справочное руководство. – М.: Е-Медиа, 2005. – 265 с.
41. Перышкин А.В. Физика. 7 кл.: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений. – 6 изд. стереотип. – М.: Дрофа, 2002. – 192 с.
42. Распопов ВМ. Программирование и организация самостоятельной работы учащихся. – М.: Высшая школа, 1965. – 122 с.
43. Рекомендации по переводу тестового балла централизованного тестирования (вузовского) в пятибалльную шкалу оценок в 2005 году [Электронный ресурс] Доступно из URL: <http://www.rustest.ru/test/scale100in5.php> [Дата обращения 10.04.2007].
44. Рубинштейн С.Л. К критике метода тестов / Против педологических извращений в педагогике. – Л., 1938. – 76 с.
45. Селевко Г.К. Технологии развивающего образования. – М., 2005. – 192 с.
46. Симонов В.П. Педагогический менеджмент: Учебное пособие. – М.: РПА, 1997. – 160 с.
47. Стоунс Э. Психопедагогика. Психологическая теория и практика обучения / Пер. с англ. – М.: Педагогика, 1984. – 472 с.
48. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. – М.:МГУ, 1975. – 343 с.
49. Талызина Н.Ф. Формирование познавательной деятельности младших школьников. – М: Просвещение, 1988. – 175 с.
50. Термины Единого Государственного экзамена. [Электронный ресурс] доступно из URL: <http://www.ege.ru/dict/dict2.htm>.

51. Фалалеева О.Н. Оценивание учебных достижений методом мягкого тестирования. Вестн. МГОУ. Серия «Открытое образование». – 2(33). Том 2. - 2006. – М.: Изд-во МГОУ. – С. 126 – 130.
52. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учебное пособие. – М.: Логос, 2002. – 432 с.
53. Черненко В.В., Котенкова Н.А., Лобанова И.В. Пряженникова О.А. О механизме возникновения систематической погрешности при тестировании уровня интеллектуальных способностей // Мат. Всерос. НТК посвященной 300-летию военного, военно-морского и высшего профессионального образования в России. Т.1. Военно-исторические, военно-педагогические, гуманитарные и социально-экономические вопросы. ТОВМИ им С.О. Макарова. - Владивосток, 2000. – С. 156 – 158.
54. Andrich, D., Sheridan, B., Lyne, A. & Luo, G. RUMM: A windows-based item analysis program employing Rasch unidimensional measurement models (Perth: Murdoch University), 2000.
55. Berk R.A. Criterion-referenced measurement: The state of art. Baltimor, MD: Johns Hopkins University Press, 1980. – 432 p.
56. Birnbaum A. Some Latent Trait Models and Their Use in Inferring an Examinee's Ability. In F.M. Lord and M.R. Novick. Statistical Theories of Mental Test Scores. Reading Mass.: Addison-Wesley, 1968. Ch.17 – 20. – p.397 – 479.
57. Baker F.B. The Basics of Item Response Theory. – ERIC, 2001. – 172 p.
58. Bloom B.S., Hasting J.T., & Madaus G.F. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New-York: McGraw-Hill, 1971. – 923 p.
59. Bloom B.S. Human Characteristics and School Learning. New York, 1976 – 139 p.
60. Crocker Linda, Algina James. Introduction to Classical and Modern Test Theory. – New-York: Harcourt Brace Jovanovich, 1986. – 668c
61. Gronlund N.E. How To Construct Achievement Test. – N.J.: Prentice Hall, 1998.
62. Gulliksen H. Theory of Mental Tests. – New-York, Wiley, 1950. – 486 p.



63. Kelly Young. Space exploration fan nominated for NASA boss. – NewScientist, 11.03.2005.
64. Guttman L. A basis for analyzing test-retest reliability. // Psychometrika, 1945, 10. – p.255 – 282.
65. Hambleton R.K. Application of Item Response Theory. – Vancouver: Educ.Res. Inst. B.C., 1983.
66. Keeves J.P. (Ed.) Educational Research, Methodology and Measurement: An International Handbook. – Oxford: Pergamon press, 1988. – 832 p.
67. Kuder, G.F., Richardson, M.W. The theory of the estimation of test reliability // Psychometrika, 1937, v.2, N3. – p.151 – 160.
68. Lord F.M. & Novick M. Statistical Theories of Mental Test Scores. – Addison-Wesley Publ. Co. Reading, Mass. 1968. – 560 p.
69. Popham W.J. Criterion-referenced measurement. Englewood Cliffs. – N.J.: Prentice Hall, 1978. – 260 p.
70. Rasch G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests. Copenhagen, 1960, Danish Institute of Educational Research. (Expanded edition, Chicago, 1980, The University of Chicago Press).
71. Smith E.V., Conrad J.M., Chang K., Piazza J. An introduction to Rasch measurement for scale development and person assessment // Journal of Nursing Measurement, 2002, 10, 189 – 206. (Перевод Н.Пракиной // Педагогические измерения, 2006, №1. – С.65 – 81.
72. Spearman C. Correlation calculated from faulty data // British Journal of Psychology, 1910, Vol.3, N2. – p.271 – 295.
73. Wilson M. Constructing Measures: An Item Response Modeling Approach. – Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum associates, 2005. – 228 p.
74. Wright B. IRT in the 1990s: Which Models Work Best? // Rasch Measurement Transactions, 1992, 6:1. – P.196 – 200.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ГЛАВА 1. ТЕСТИРОВАНИЕ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ</b> .....	4
1.1 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ.....	7
1.2 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ ТЕСТИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ .....	7
1.3 ВРЕМЯ ТЕСТИРОВАНИЯ .....	17
1.4 НОРМАТИВНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ И КРИТЕРИАЛЬНО- ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ТЕСТЫ.....	24
1.5 НАДЕЖНОСТЬ И ВАЛИДНОСТЬ ТЕСТА .....	30
1.6 ФОРМЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ.....	31
1.7 КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ .....	31
1.8 ПРИНЦИПЫ ФОРМУЛИРОВАНИЯ ЗАДАНИЙ С ВЫБОРОМ .....	35
<b>ГЛАВА 2. КЛАССИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ТЕСТОВ</b> .....	39
2.1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ТЕСТОВ ....	39
2.2 ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ТЕСТЫ.....	40
2.3 МАТРИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ .....	42
2.4 НАДЕЖНОСТЬ ТЕСТА .....	47
2.5 ВАЛИДНОСТЬ ТЕСТА.....	52
<b>ГЛАВА 3. ИТЕМ RESPONSE THEORY В ТЕСТИРОВАНИИ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ</b> .....	56
3.1 ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА IRT .....	56
3.2 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ IRT .....	59
3.3 ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БИРНБАУМА .....	62
3.4 МОДЕЛЬ RASCH MEASUREMENT.....	64
3.5 ВЫЧИСЛЕНИЕ $\theta_i$ и $\beta_j$ ИЗ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ.....	66
3.6 ИНФОРМАЦИОННАЯ ФУНКЦИЯ.....	70
3.7 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ RASCH MEASUREMENT .....	75
3.8 RUMM. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ .....	82
<b>ГЛАВА 4. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕСТОВ</b> .....	89

4.1 ЗАЩИЩЕННОСТЬ БАНКА ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ .....	89
4.2. РАЗВИВАЮЩАЯ ФУНКЦИЯ ТЕСТА.....	90
4.3 ДИАЛОГОВЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ В ЗАКРЫТОЙ ФОРМЕ .....	98
4.4 ОШИБКИ В ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЯХ .....	101
4.5 ФОРМАЛИЗОВАННЫЙ УЧЕТ МОТИВАЦИИ УЧАЩИХСЯ.....	116
4.6 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ТЕСТОВЫХ БАЛЛОВ В ОЦЕНКИ.....	130
<b>ГЛАВА 5. ТЕСТЫ ПО ФИЗИКЕ .....</b>	<b>138</b>
5.1. ДАВЛЕНИЕ. Вариант-1. Тест-1Б.....	138
5.2. СИЛА АРХИМЕДА. Вариант-1. Тест-2А. ....	143
5.3. МАЯТНИК. Вариант 1.....	147
5.4. МАЯТНИК. Вариант 2.....	152
5.5. ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ МАШИНА.....	157
5.6. ТЕПЛОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ.....	162
5.7.ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА. Тест.....	167
5.8. ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА ГАЗОВ. Тест. ....	174
5.9. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ. Тест.....	182
5.10. СОЕДИНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ. Вариант-1. Тест-3. ....	187
5.11. СОЕДИНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ. Вариант-2. Тест-3. ....	191
5.12. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ. Вариант-1. Тест-4А.....	196
5.13. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ. Вариант-2. Тест-4А.....	203
5.14. ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ СХЕМЫ. Вариант 1.....	210
5.15. ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ СХЕМЫ. Вариант 2.....	215
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>220</b>

Для заметок

Учебное пособие

Владимир Сергеевич Ким

РАЗРАБОТКА ТЕСТОВ ПО ФИЗИКЕ

Тех.редактор Пишун Г.В.  
Корректор Хорошавина Т.В.

Отпечатано с оригинал-макета автора-составителя

Подписано в печать 12.01. 2015. Формат 60×90/16  
Бумага офсетная. Усл. печ. л.13,25.  
Тираж 150 экз. Заказ 1.

Дальневосточный федеральный университет  
690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

Отпечатано в типографии Издательско-полиграфического центра  
филиала ДВФУ в г.Уссурийске.  
692500, г. Уссурийск, ул. Некрасова, 25.