

УДК 159.9.072

DOI: 10.34670/AR.2020.60.25.009

## Принципы варьирования сложностью тестовых заданий

**Воронин Анатолий Николаевич**

Доктор психологических наук, профессор,  
главный научный сотрудник,  
Институт психологии Российской академии наук,  
129366, Российская Федерация, Москва, ул. Ярославская, 13;  
e-mail: voroninan@bk.ru

**Горюнова Наталья Борисовна**

Кандидат психологических наук,  
старший научный сотрудник,  
Институт психологии Российской академии наук,  
129366, Российская Федерация, Москва, ул. Ярославская, 13;  
e-mail: nat-goryunova@yandex.ru

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-013-00495  
“Эмпирическая верификация структурно-функциональной модели когнитивного ресурса”.

### Аннотация

Статья посвящена экспликации принципов изменения сложности заданий в тестах и исследовательских задачах. Необходимость варьирования сложностью связана с разработкой заданий заданной трудности. При этом полагается что, сложность является наиболее общей причиной трудности. Сложность задания рассматривается как многоаспектная объективная характеристика. В статье представлены различные подходы к определению сложности и способам ее измерения. Выделены основные параметры сложности заданий в экспериментальных исследованиях и психологическом тестировании. Направления варьирования сложностью задания зависят от цели и задач конкретного исследования, которые имплицитно представлены в различных исследовательских нормативах. К основным исследовательским нормативам относятся «идеальный интеллект», «идеальный креатив», «идеальный исследователь» и «trouble-shooter». В статье описаны основные принципы варьирования сложностью тестовых заданий как эмпирические обобщения различных используемых способов.

### Для цитирования в научных исследованиях

Воронин А.Н., Горюнова Н.Б. Принципы варьирования сложностью тестовых заданий // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2020. Т. 9. № 2А. С. 79-89. DOI: 10.34670/AR.2020.60.25.009

### Ключевые слова

Познавательные способности, тестирование, интеллект, креативность, сложность задания, трудность пунктов теста.

## Введение

Исследование познавательных способностей, интеллекта и креативности предполагает использование различных задач либо в качестве экспериментальных заданий, либо в качестве заданий, входящих в различные диагностические тесты. По итогам успешности выполнения заданий судят об уровне развития способностей. Успешность выполнения заданий включает в себя как минимум две составляющие: правильность выполнения и время выполнения. Предполагается, что, чем быстрее человек решает задачу, тем в большей степени у него развита та или иная способность. Правильность решения сигнализирует о проявлении способности, но судить о выраженности способности можно только тогда, когда известны психометрические свойства отдельного задания и в первую очередь его трудность. Трудность задания определяется как доля испытуемых репрезентативной выборки, давших на него правильный ответ. Предполагается, что трудность задания определяется его сложностью [Kirsch, 1990, Gottfredson, 1997], при этом сложность задания рассматривается как наиболее общая причина трудности задачи [Wood, 1986], как один из существенных аспектов трудности [Kirschenbaum, 1999]: в сложной задаче много элементов, каждый из которых в отдельности не представляет проблемы, но вместе они затрудняют решение.

Сложность заданий вполне можно рассматривать как независимую переменную при проведении различных психологических исследований, а варьирование сложностью позволяет создавать задания с требуемой вероятностью их правильного решения. В психодиагностике апелляция к сложности отдельных заданий позволяет разрабатывать группы заданий различной трудности в рамках многоступенчатого тестирования и конструировать задания нужной трудности по ходу проведения при адаптивном тестировании [Чельшкова, 2001, Куравский и др., 2017, 2018].

### Сложность как объективная характеристика тестового задания

Сложность является многоаспектной объективной характеристикой объектов, явлений и ситуаций окружающего мира. «Сложность» появляется тогда, когда простые составляющие объединяются и эти объединения – системы - приобретают свойства, которые количественно и качественно отличаются от свойств составляющих и не могут быть выведены или предсказаны по ним. Многообразие свойств сложных системы исследуется в рамках науки о сложности (complexity science) и основными, среди прочих, являются нелинейность, эмерджентность, хаотичность [Waldrop, 1993].

При разработке тестовых заданий принято различать абсолютную и относительную сложность. Так, Э. Даль противопоставляет сложность (complexity) как некоторую абстрактную, объективную характеристику задачи относительной сложности, или трудности (difficulty), как мере, показывающая, насколько трудной или легкой для человека является задача [Dahl, 2004]. С. Кудж и В. Цветков предлагают аналогичным образом разделять субъективную сложность (или трудность) задания, связанную с восприятием информации субъектом, и объективную сложность, связанную со сложностью объекта [Кудж, 2018]. Согласно М. Миестамо, абсолютная сложность во многом сводится к количеству элементов, из которых состоит система [Miestamo 2008]. Однако это не означает, что сложность всегда можно измерить, просто пересчитав количество элементов. Абсолютная сложность зависит от выбранной теории, относительная сложность – от человека, для которого оцениваются

трудность. Для определения абсолютной сложности многие исследователи [Dahl, 2004; Hammarström, 2008] используют понятия теории информации, ключевым из которых является колмогоровская сложность, идея которой заключается в том, что чем сложнее объект, тем длиннее его описание. Другими словами, мерой сложности выступает длина кратчайшего возможного описания объекта. В лингвистических исследованиях обычно используется не формальное определение колмогоровской сложности, а сама идея: чем короче описание, тем проще объект. Так, например, в работе [Juola, 2008], сложность рассматривается как степень сжимаемости текстов на разных языках. Однако существуют и ограничения данного подхода. Во-первых, колмогоровская сложность не вычислима, то есть нет алгоритма, порождающего максимально краткое описание объекта. Во-вторых, максимальная сложность может быть приписана совершенно случайному объекту, который обладает наименьшей предсказуемостью и нулевой избыточностью [Бердичевский А, 2012]. М.Гелл-Манн предложил использовать меру эффективной сложности, которую определил как минимальную длину описания закономерностей, демонстрируемых системой или объектом [Gell-Mann 1994]. Согласно Мак-Уортер, область некоторой грамматики сложнее этой же области другой грамматики в той степени, в которой она содержит больше явно выраженных различий и/или правил [McWhorter 2011]. С.Гупта и Е.Караханна выделяют 4 аспекта сложности: 1) количество и разнообразие компонентов, 2) количество и сила взаимодействий, 3) совокупная скорость изменения, 4) трудность понимания технологии (т.е. понимание причинно-следственных отношений в системе) [Gupta S. et al, 2004]. Р.Вуд выделяет три аспекта сложности задач: 1) компонентная сложность, представляемая как число отдельных актов для выполнения задачи; 2) динамическая сложность, в которой каждый шаг при выполнении задачи ведет к новому набору условий для принятия решений; 3) координативная сложность при которой индивид должен в своих действиях отслеживать и объединять результаты предыдущих шагов, управляя прошлым и текущим состояниями решения задачи [Wood, 1986]. Систематический анализ заданий в тестах IQ показал, что при их разработке руководствовались теоретическими представлениями и эмпирическими процедурами, принятыми в сфере обработки информации [Gottfredson, 1997]. Она приводит следующие характеристики сложности: наличие многих альтернатив, неточные средства достижения цели, взаимосвязанные и конфликтующие подзадачи, неопределенные или неизвестные исходы, информационная нагрузка и разнородность, скорость изменения. В сложных задачах обычно много элементов, наблюдается несоответствие правил (rule incongruity) анализируемым ситуациям, ситуации характеризуются неопределенностью (situational ambiguity), а время решения (time criticality) обычно ограничено и недостаточно [Kirschenbaum, 1999].

### **Исследовательский норматив как вектор сложности тестового задания**

Разноплановость и многокомпонентность сложности при исследовании интеллектуальной деятельности вводят новый аспект в проблему разработки и конструирования заданий для эмпирических психологических исследований. Традиционно учитывается многокомпонентный состав интеллекта как отдельных познавательных способностей, представленных в иерархической теории Кэттелла—Хорна—Кэрролла (СНС) и включающей приблизительно 80 дискретных когнитивных способностей на первом уровне и объединенных в 8-14 факторов на втором уровне [Carroll J. , 1993, McGrew, 2005]. Однако именно сложность позволяет

разрабатывать задания различной трудности, независимо от конкретной когнитивной направленности отдельных заданий. Направления варьирования сложностью задания зависит от цели и задачи конкретного исследования, которые имплицитно представлены в различных «исследовательских нормативах». Исследовательский норматив – это идеальное представление о типичном «решателе» в конкретных условиях познавательной деятельности. Так В.Н. Дружинин ввел понятие «идеального интеллектуала» — человека, способного правильно и в одиночку решить в уме, без внешних поведенческих проб, задачу произвольно большой сложности за бесконечно малое время, невзирая на внутренние и внешние помехи [Дружинин, 1995]. При этом принципиальным является то, что задача формулируется другим человеком и имеет определенный способ решения и правильный ответ. А.Н. Подъяков, предложил определение «идеального креатива» как человека, способного при решении нестандартной задачи, сформулированной достаточно неопределенно, придумать максимальное число решений, которые существенно отличаются друг от друга и от предложенных другими людьми [Подъяков, 2014]. Реальная интеллектуальная деятельность человека включает в себя как интеллектуальные, так и креативные аспекты. Так научно-исследовательская деятельность предполагает поиск новой информации при взаимодействии с неизвестными объектами, в условиях новизны и неопределенности, предполагают самостоятельную постановку и решение различных исследовательских задач. Исследовательская деятельность характеризуется открытым началом и концом, позволяя постоянно дополнять информацию об объекте исследования и условиях его функционирования, самостоятельно ставить и решать задачи. Анализ исследовательской деятельности позволил дать операциональное определение «идеального исследователя» как человека, способного ставить разнообразные исследовательские цели и бесконечно расширяя вариативность поведенческих, экспериментальных проб, получать при этом неограниченно большой объем информации [Подъяков, 2014]. Еще одним «исследовательским нормативом» может выступить «идеальный специалист по разрешению проблем» - «trouble-shooter» - человек способный решить неразрешимую проблему нетривиальным образом с минимально возможными затратами. Такого рода «исследовательский норматив» имплицитно представлен в подходе, получившего название «решение сложных проблем» (Solving Complex Problems). Задачи, предлагаемые испытуемым в этом подходе, относятся к комбинированному типу: они включают необходимость исследования новой сложной системы, экспериментирования с ней, выявления на этой основе скрытых явлений и закономерностей, определяющих ее функционирование, а также интеллектуального и творческого поиска решений, направленных на достижение сложной цели (или нескольких целей).

### **Принципы варьирования сложностью тестовых заданий**

Используемые способы варьирования сложности заданий в соответствие с исследовательскими нормативами можно сгруппировать в обобщенные принципы, определяющие динамику когнитивного функционирования и приводящие к изменению трудности выполнения:

1. Наиболее популярным принципом изменения сложности задания является изменение количества однородных и/или разнородных элементов. По мнению М. Миестамо, сложность во основном сводится к количеству элементов, из которых состоит система [Miestamo 2008]. В сложных заданиях анализ отдельных элементов не представляет особой проблемы, но их

совокупность явно затрудняет решение [Kirschenbaum, 1999]. Так, в матричных заданиях (прогрессивные матрицы Равена, «культурно-независимый» тест Кеттела) варьируется количество различных дескрипторов: вертикальные, горизонтальные и диагональные оси, прямые и кривые линии, размер атрибутов ячейки (например, разная ширина линий, разные формы и т.п.), пропорциональное и непропорциональное изменение размера, затенение, количество цветов, пересечение и объединение размеров, вращение и отражение элементов, число, ориентацию и тип фигур, более сложные правила комбинирования элементов т.д. [Green et al., 1992]. Одним из наиболее важных факторов, определяющих сложность задания, является количество правил, применяемых в матрице [Becker et al., 2016; Meo et al., 2007; Primi, 2002].

2. Другим принципом варьирования сложностью задания является включение в задание нерелевантных элементов. Согласно [Primi, 2002], нерелевантные элементы правил, которые в настоящее время не используются нарушают перцептивную непрерывность обрабатываемого в данный момент правила. Отделение нерелевантной информации вызывает помехи и препятствует стабильной репрезентации [Oberauer et al., 2016; Primi, 2002; Meo et al., 2007]. В заданиях с матрицами наличие нерелевантной информации в ячейках приводит к увеличению времени их просмотра ячеек по сравнению с обычными заданиями [Krieger et al., 2019].

3. Еще один принцип изменения сложности при разработке заданий - увеличение количества логических операций с элементами задачи (умозаключения, формирование концепций, классификация, генерация и проверка гипотез, выявление отношений, понимание последствий, решение проблем, экстраполяция и преобразование информации и т.д.). Этот принцип вполне соотносится с когнитивной сложностью, которую можно определить как использование более широкого и разнообразного набора элементарных когнитивных процессов во время решения задачи [Krieger et al., 2019]. В таких заданиях ошибки и время отклика увеличиваются, когда увеличивается число операций, необходимых для их решения. Снижение продуктивности связывается с увеличением нагрузки на рабочую память и необходимостью отслеживать дополнительные элементы и преобразования [Green et al., 1992].

4. Сочетание в одном задании разных типов стимульного материала: символов, букв, цифр, линий, фигур и т.д. [Rüsseler et al., 2005; Carreiras et al., 2015]. Действие данного принципа базируется на специфичности нейрокогнитивных механизмах обработки стимулов разного типа, подтвержденных в исследовании по манипулированию положением и идентичностью символов посредством их транспонирования [Carreiras et al., 2015].

5. Изменение нескольких параметров стимульного материала, например цвета, формы, ориентации и т.п. эффективно используется в парадигме обнаружения изменений для оценки объема кратковременной памяти [Rouder et al., 2011; Kessler et al., 2015]. При генерации задания теста в него могут включаться различные дополнительные элементы. Тогда сложность задания может рассчитываться как сумма сложностей, вносимых в задание теста путем модификации дополнительных элементов задачи, их добавления или устранения [Войтов, 2013]. Изменение расположения или иных характеристик каждого из них вносит свою долю в возрастание / снижение сложности задания.

6. Сложность задания зависит не только от содержания задачи, но и от вариантов ответа. Показано, что люди могут угадывать правильные ответы в психометрических тестах с несколькими вариантами ответов лучше, чем случайным образом, исходя из вариантов ответов, не видя самих заданий. Увеличение количества ответов и использование ответов «открытого» типа повышает сложность любого задания [White et al., 1981].

7. Принцип временного ограничения на выполнение задания явно представлен в так

называемых тестах «скорости». Трудность выполнения тестов «скорости», вероятно, состоит в том, чтобы поддерживать когнитивный ресурс на высоком уровне на протяжении определенного времени. Анализ влияния фактора скорости на взаимосвязь между интеллектом и рабочей памятью показал, что фактор скорости необходим для достижения хорошего соответствия данных при тестировании с ограничением времени [Ren et al., 2018]. Конвергентная достоверность фактора скорости была подтверждена данными о скорости обработки. Кроме того, оказалось, что учет латентного фактора скорости привел к снижению корреляции между интеллектом и рабочей памятью.

8. Динамика вариативности условий (чем выше скорость изменения, тем выше сложность задачи). Люди часто сталкиваются со сложными и многоаспектными проблемами в повседневной жизни. Подмножество этих проблем может быть описано как взаимодействие взаимосвязанных переменных между человеком и динамической системой. Управляя некоторыми из этих переменных, человек может попытаться перевести систему из ее нынешнего состояния в целевое состояние или оставить определенные критические переменные в допустимых пределах. При компьютерном моделировании такого рода проблем оценивают несколько возможных параметров ситуации:

- многомерность: различные аспекты ситуации должны приниматься во внимание одновременно;
- взаимосвязанность: различные аспекты ситуации зависят друг от друга и поэтому не могут контролироваться отдельно;
- непрозрачность: только часть соответствующей информации предоставляется для решения проблем;
- автономность: изменения в системе происходят без вмешательства испытуемого;
- политику: решатель проблемы должен иногда одновременно преследовать несколько целей, которые могут противоречить друг другу;
- неопределенность: цели сформулированы смутно и должны быть более точно определены решателем задач.

Использованный при моделировании подход составных минимально сложных систем (Minimally Complex Systems) позволил операционализировать сложность оценки ситуации и заменить экологическую достоверность на высоконадежные инструменты оценки, моделирующие отношения «искусственных микромиров» [Fahrenberg, 2017, Greiff et al., 2012].

9. Еще одним принципом изменения сложности заданий является нарушение принципов хорошей формы [Primi, 2001]. Исследование сложности элементов геометрической индуктивной матрицы, показывает, что сложность задания тесно связана с перцептивной сложностью элементов, из которых оно состоит. Результаты данной работы демонстрируют, что перцептивная организация оказывает наиболее сильный эффект, за которым следует увеличение объема информации (фигуры и правила). Флюидный интеллект наиболее тесно связан с той частью центрального исполнительного компонента рабочей памяти, которая управляет процессами внимания и избирательным кодированием.

10. Выпуклость элементов, используемых в фигурных матрицах - еще один источник сложности [Meo et al., 2007]. Усложнение задания происходит, когда элементы матрицы трудно идентифицировать.

11. Степень сложности задачи возрастает с увеличением количества дистракторов, например, когда элементы одновременно перекрываются, искажаются или сливаются в общую

форму. Такие задания препятствуют выделению одних элементов от других и, следовательно, также мешают созданию приемлемых репрезентаций в рабочей памяти (Meoet al., 2007). Задачи визуального поиска запускают разные нейрокогнитивные процессы, при этом процессы, связанные с ожиданием дистракторов, вызывают дополнительную нагрузку при выполнении задачи визуального поиска [Petilli at al., 2020].

12. Нетранзитивность объектов и условий при которых отношения превосходства системы А над В, а В над С не распространяется и на пару А—С, то есть система А не превосходит систему С или даже уступает ей. Понимание человеком объективных нетранзитивных отношений превосходства и ошибок противоположного рода связано с гиперобобщением правила транзитивности. Данный параметр однозначно повышает сложность проблемной ситуации [Поддьяков, 2017].

13. Включение игровых компонентов в структуру заданий является одним из принципов усложнения проблемной ситуации и влияет на оценку рефлексивного (рекурсивного) мышления, что позволяет моделировать конкурентно-кооперативные отношения сложной зависимости, при условии не менее трех участников [Поддьяков, 2019].

14. Использование в задачах контекста разной степени конкретности (от предельно абстрактного до социально значимого). Показано, что контекстная версия при ее конкретизации и повышении социальной значимости уменьшает сложность задания - эффект контекстного облегчения [Pérez-Salasatal., 2012].

## Заключение

Сложность отдельного задания исследовательской задачи или теста - это объективная характеристика, зависящая от особенностей стимульного материала и обуславливающая вероятность правильного решения. Варьирование показателем сложности позволяет создавать задания различной трудности, сохраняя при этом предмет исследования и/или валидность диагностической методики. Сложность представляется крайне неоднородным конструктом и варьирование этими компонентами позволяет менять трудность заданий в различных направлениях. Конкретное направление изменения сложности заданий тестов зависит от конкретного «исследовательского норматива». Анализ затруднений при решении различных задач и выполнении различных тестов позволил выделить множество принципов варьирования сложностью тестовых заданий: изменение количества однородных и/или разнородных элементов, включение в задание нерелевантных элементов, увеличение/уменьшение количества логических операций, сочетание разных типов стимульного материала, вариативность условий ответа, временные ограничения на выполнение задания, динамика вариативности условий, изменение количества дистракторов, нетранзитивность объектов и условий, использование контекста разной степени конкретности и др.

## Библиография

1. Бердичевский А. Языковая сложность / Вопросы языкознания, 2012, №5, с. 101-124.
2. Войтов В. К. Расчет значений сложностей заданий для адаптивного теста интеллекта / Экспериментальная психология, 2013, том 6, № 2, с. 120–128.
3. Дружинин В.Н. Психология общих способностей. 3-е изд. СПб, 2007, 368 с.
4. Кудж С.А., Цветков В.Я. Факторы когнитивной сложности / Информационные технологии в науке, образовании и управлении, 2018, № 6, с. 34-41.
5. Куравский Л.С., Артеменков С.Л., Юрьев Г.А., Григоренко Е.Л. Новый подход к компьютеризированному

- адаптивному тестированию // Экспериментальная психология, 2017. Т. 10. № 3. С. 33-45.
6. Куравский Л.С., Юрьев Г.А., Ушаков Д.В., Юрьева Н.Е., Валуева Е.А., Лаптева Е.М. Диагностика по тестовым траекториям: метод паттернов // Экспериментальная психология. 2018. Т. 11. № 2. С. 77-94.
  7. Подъяков А.Н. Опыт разработки объектов, находящихся в нетранзитивных отношениях превосходства. // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 15 июня 2017 г. / Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. – М.: ООО «Буки Веди», ИППИП. 2017 г. 596 с.
  8. Подъяков А.Н. Рефлексивная игра с циклами конкурентно-кооперативных взаимодействий как часть психологического практикума. Вопросы психологии. 2019. № 5, с. 143-152.
  9. Подъяков, А. Н. Компликология: создание развивающих, диагностирующих и деструктивных трудностей. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. 278 с.
  10. Чельшкова М.Б. Адаптивное тестирование в образовании (теория, методология, технология). М: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2001. 165 с.
  11. Becker, N., Schmitz, F., Falk, A., Feldbrügge, J., Recktenwald, D., Wilhelm, O., Spinath, F. M. (2016). Preventing response elimination strategies improves the convergent validity of figural matrices. *Journal of Intelligence*, 4(1), 2. <https://doi.org/10.3390/jintelligence4010002>.
  12. Carreiras M., Quiñones I., Hernández-Cabrera J. A. and Duñabeitia J. A. (2015) Orthographic Coding: Brain Activation for Letters, Symbols, and Digits. *Cerebral Cortex*, 25, 4748–4760.
  13. Carroll J. B. *Human cognitive abilities: A survey of factor analytic studies*. New York: Cambridge University Press, 1993.
  14. Dahl Ö. *The growth and maintenance of linguistic complexity*. Amsterdam. 2004, 336 p.
  15. Fahrenberg, J. (2017). “Ökologische Validität [ecological validity],” in *Dorsch - Lexikon der Psychologie*, ed. H. Wirz (Bern: Huber), 1202.
  16. Gell-Mann M. (1994) *The quark and the jaguar: adventures in the simple and the complex*. New York. 530 p.
  17. Gottfredson, L.S. Why g Matters: The Complexity of Everyday Life // *Intelligence*. – 1997. - No. 24 (1) – P. 79-132. 8
  18. Green K.E., Kluever R.C. Components of Item Difficulty of Raven's Matrices // *The Journal of General Psychology*, 1992. 119:2, P. 189-199.
  19. Greiff, S., Wüstenberg, S., & Funke, J. (2012). Dynamic problem solving — A new assessment perspective. *Applied Psychological Measurement*, 36, 189–213. <http://dx.doi.org/10.1177/0146621612439620>.
  20. Gupta S. et al. *Technology adoption in complex systems*// 7th Annual Conference of the Southern Association for Information Systems. – Savannah GA: University of Georgia, 2004.
  21. Hammarström H. (2008) Complexity in numeral systems with an investigation into pidgins and creoles // *Language complexity: typology, contact, change*. Amsterdam. Philadelphia: 2008, P.83-91
  22. Juola P. (2008) *Assessing linguistic complexity* // *Language complexity: typology, contact, change*. Amsterdam.
  23. Kessler Y., Rac-Lubashevsky R., Lichtstein C., Markus H., Simchon A., Moscovitch M. (2015) Updating visual working memory in the change detection paradigm. *Journal of Vision*, 15(9), 18, 1–12.
  24. Kirsch I.S. et al. *Exploring document literacy: Variables underlying the performance of young adults* // *Reading Research Quarterly*. – 1990. - No. 25. – P. 30. 12
  25. Kirschenbaum, S.S. *What Makes Decision Tasks Difficult?* - Newport, RI: Naval Undersea Warfare Center, 1999
  26. Krieger F., Zimmer H.D., Greiff S., Spinath F.M., Becker N. (2019) Why are difficult figural matrices hard to solve? The role of selective encoding and working memory capacity. *Intelligence*. 72. 35–48.
  27. McGrew K. S. *A Cattell Horn Carroll Theory of Cognitive Abilities: Past, Present and Future*. In: Flanagan, 2005.
  28. McWhorter J. (2011) *Linguistic simplicity and complexity: why do languages undress?* Berlin.
  29. Meo, M., Roberts, M. J. & Marucci, F. S. (2007). Element salience as a predictor of item difficulty for Raven's Progressive Matrices. *Intelligence*, 35, 359 – 368.
  30. Meo, M., Roberts, M. J. & Marucci, F. S. (2007). Element salience as a predictor of item difficulty for Raven's Progressive Matrices. *Intelligence*, 35, 359 – 368.
  31. Miestamo M.. *Grammatical complexity in a cross-linguistic perspective*. – Miestamo M., Sinnemäki K., Karlsson F. (eds.). *Language complexity. Typology, contact, change*. Amsterdam, Philadelphia: 2008, P.23–41.
  32. Oberauer K., Farrell S., Jarrold C., Lewandowsky S. (2016) *What Limits Working Memory Capacity?* // *Psychological Bulletin*. 142 (7).
  33. Pérez-Salas C.P., Streiner D.L., Roberts M.J. (2012) A comparison between element salience versus context as item difficulty factors in Raven's Matrices. *Intelligence* 40 325–332.
  34. Petilli M.A., Marini F., Daini R. (2020) Distractor context manipulation in visual search: How expectations T modulate proactive control. *Cognition*. 196. 104129.
  35. Primi, R. (2001). Complexity of geometric inductive reasoning tasks. Contribution to the understanding of fluid intelligence. *Intelligence*, 30, 41 – 70.
  36. Primi, R. (2002). Complexity of geometric inductive reasoning tasks: Contribution to the understanding of fluid intelligence. *Intelligence*, 30(1), 41–70. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(01\)00067-8](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(01)00067-8).
  37. Ren X., Wang T., Sun S., Deng M., Schweizer K. (2018) Speeded testing in the assessment of intelligence gives rise to

- a speed factor. *Intelligence*. V. 66. 64-71.
38. Rouder J.N., Morey R.D., Morey C.C., Cowan N. (2011). How to measure working memory capacity in the change detection paradigm. *Psychon Bull Rev.*, 18(2), 324–330.
  39. Rüsseler J., Scholz J., Jordan K., and Quaiser-Pohl C.M. (2005) Mental rotation of letters, pictures, and three-dimensional objects in German dyslexic children. *Child Neuropsychology*, 11, 497–512.
  40. Waldrop M.M. *Complexity: The emerging science at the edge of order and chaos*. Touchstone, New York, 1993. 380 p.
  41. White, A. P., & Zammarelli, J. E. (1981). Convergence principles: Information in the answer sets of some multiple choice tests. *Applied Psychological Measurement*, 5, 21–27.
  42. Wood, R.E. Task complexity: Definition of the construct // *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 1986. No. 37. P. 60-82.

## The principles of varying the complexity of test tasks

**Anatolii N. Voronin**

Doctor of Psychology science, professor,  
Main scientist,  
Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences,  
129366, 13, Yaroslavskaya street, Moscow, Russian Federation;  
e-mail: [voroninan@bk.ru](mailto:voroninan@bk.ru)

**Natal'ya B. Goryunova**

PhD in Psychology science,  
Senior scientist,  
Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences,  
129366, 13, Yaroslavskaya street, Moscow, Russian Federation;  
e-mail: [nat-goryunova@yandex.ru](mailto:nat-goryunova@yandex.ru)

### Abstract

The article explicates the principles of changing the complexity of tasks in tests and research tasks. The need to vary the complexity is determined by the development of tasks of a given difficulty. It is assumed that complexity is the most common cause of difficulty. The complexity of the task is considered as a multi-component objective characteristic. The article presents various approaches to determining complexity and ways to measure it. The main parameters of task complexity in experimental research and psychological testing are highlighted. Different ways to vary the complexity of the task depends on the purpose and task of a particular study, which are implicitly presented in the research standards. The article describes the basic principles of varying the complexity of test tasks as empirical generalizations of various methods used.

### For citation

Voronin A.N., Goryunova N.B. (2020) Printsipy var'irovaniya slozhnost'yu testovykh zadaniy [The principles of varying the complexity of test tasks]. *Psikhologiya. Istoriko-kriticheskie obzory i sovremennye issledovaniya* [Psychology. Historical-critical Reviews and Current Researches], 9 (2A), pp. 79-89. DOI: 10.34670/AR.2020.60.25.009

**Keywords**

Ognitive abilities, testing, intelligence, creativity, task complexity, difficulty of test items

**References**

1. Becker, N., Schmitz, F., Falk, A., Feldbrügge, J., Recktenwald, D., Wilhelm, O., Spinath, F. M. (2016). Preventing response elimination strategies improves the convergent validity of figural matrices. *Journal of Intelligence*, 4(1), 2. <https://doi.org/10.3390/jintelligence4010002>.
2. Berdichevskii A. Yazy`kovaya slozhnost` / Voprosy` yazy`koznaniya, 2012, №5, s. 101-124.
3. Carreiras M., Quiñones I., Hernández-Cabrera J. A. and Duñabeitia J. A. (2015) Orthographic Coding: Brain Activation for Letters, Symbols, and Digits. *Cerebral Cortex*, 25, 4748–4760.
4. Carroll J. B. Human cognitive abilities: A survey of factor analytic studies. New York: Cambridge University Press, 1993.
5. Chely`shkova M.B. Adaptivnoe testirovanie v obrazovanii (teoriya, metodologiya, texnologiya). M: Issledovatel`skij centr problem kachestva podgotovki specialistov, 2001. 165 s.
6. Dahl Ö. The growth and maintenance of linguistic complexity. Amsterdam. 2004, 336 p.
7. Druzhinin V.N. Psixologiya obshhix sposobnostej. 3-e izd. SPb, 2007, 368 s.
8. Fahrenberg, J. (2017). “Ökologische Validität [ecological validity],” in Dorsch - Lexikon der Psychologie, ed. H. Wirz (Bern: Huber), 1202.
9. Gell-Mann M. (1994) The quark and the jaguar: adventures in the simple and the complex. New York. 530 p.
10. Gottfredson, L.S. Why g Matters: The Complexity of Everyday Life // *Intelligence*. – 1997. - No. 24 (1) – P. 79-132.
11. Green K.E., Kluever R.C. Components of Item Difficulty of Raven's Matrices // *The Journal of General Psychology*, 1992. 119:2, P. 189-199.
12. Greiff, S., Wüstenberg, S., & Funke, J. (2012). Dynamic problem solving — A new assessment perspective. *Applied Psychological Measurement*, 36, 189–213. <http://dx.doi.org/10.1177/0146621612439620>.
13. Gupta S. et al. Technology adoption in complex systems // 7th Annual Conference of the Southern Association for Information Systems. – Savannah GA: University of Georgia, 2004.
14. Hammarström H. (2008) Complexity in numeral systems with an investigation into pidgins and creoles // *Language complexity: typology, contact, change*. Amsterdam. Philadelphia: 2008, P.83-91
15. Juola P. (2008) Assessing linguistic complexity // *Language complexity: typology, contact, change*. Amsterdam.
16. Kessler Y., Rac-Lubashevsky R., Lichtstein C., Markus H., Simchon A., Moscovitch M. (2015) Updating visual working memory in the change detection paradigm. *Journal of Vision*, 15(9), 18, 1–12.
17. Kirsch I.S. et al. Exploring document literacy: Variables underlying the performance of young adults // *Reading Research Quarterly*. – 1990. - No. 25. – P. 30. 12
18. Kirschenbaum, S.S. What Makes Decision Tasks Difficult? - Newport, RI: Naval Undersea Warfare Center, 1999
19. Krieger F., Zimmer H.D., Greiff S., Spinath F.M., Becker N. (2019) Why are difficult figural matrices hard to solve? The role of selective encoding and working memory capacity. *Intelligence*. 72. 35–48.
20. Kudzh S.A., Czvetkov V.Ya. Faktory` kognitivnoj slozhnosti / *Informacionny`e texnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii*, 2018, № 6, s. 34-41.
21. Kuravskij L.S., Artemenkov S.L., Yur`ev G.A., Grigorenko E.L. Novy`j podxod k komp`yuterizirovannomu adaptivnomu testirovaniyu // *E`ksperimental`naya psixologiya*, 2017. T. 10. № 3. S. 33-45.
22. Kuravskij L.S., Yur`ev G.A., Ushakov D.V., Yur`eva N.E., Valueva E.A., Lapteva E.M. Diagnostika po testovy`m traektoriyam: metod patternov // *E`ksperimental`naya psixologiya*. 2018. T. 11. № 2. S. 77-94.
23. McGrew K. S. A Cattell Horn Carroll Theory of Cognitive Abilities: Past, Present and Future. In: Flanagan, 2005.
24. McWhorter J. (2011) *Linguistic simplicity and complexity: why do languages undress?* Berlin.
25. Meo, M., Roberts, M. J. & Marucci, F. S. (2007). Element salience as a predictor of item difficulty for Raven's Progressive Matrices. *Intelligence*, 35, 359 – 368.
26. Meo, M., Roberts, M. J. & Marucci, F. S. (2007). Element salience as a predictor of item difficulty for Raven's Progressive Matrices. *Intelligence*, 35, 359 – 368.
27. Miestamo M.. Grammatical complexity in a cross-linguistic perspective. – Miestamo M., Sinnemäki K., Karlsson F. (eds.). *Language complexity. Typology, contact, change*. Amsterdam, Philadelphia: 2008, P.23–41.
28. Oberauer K., Farrell S., Jarrold C., Lewandowsky S. (2016) What Limits Working Memory Capacity? // *Psychological Bulletin*. 142 (7).
29. Pérez-Salas C.P., Streiner D.L., Roberts M.J. (2012) A comparison between element salience versus context as item difficulty factors in Raven's Matrices. *Intelligence* 40 325–332.
30. Petilli M.A., Marini F., Daini R. (2020) Distractor context manipulation in visual search: How expectations T modulate proactive control. *Cognition*. 196. 104129.
31. Podd`yakov A.N. Opy`t razrabotki ob`ektov, naxodyashhixsya v netranzitivny`x otnosheniyax prevosходstva. //

- Kognitivnaya nauka v Moskve: novy`e issledovaniya. Materialy` konferencii 15 iyunya 2017 g. / Pod red. E.V. Pechenkovej, M.V. Falikman. – M.: OOO «Buki Vedi», IPPiP. 2017 g. 596 s.
32. Podd`yakov A.N. Refleksivnaya igra s ciklami konkurentno- kooperativny`x vzaimodejstvij kak chast` psixologicheskogo praktikuma. *Voprosy` psixologii*. 2019. № 5, s. 143-152.
  33. Podd`yakov, A. N. Komplikologiya: sozdanie razvivayushhix, diagnostiruyushhix i destruktivny`x trudnostej. *Nacz. issled. un-t «Vy`sshaya shkola e`konomiki»*. M.: Izd. dom Vy`sshej shkoly` e`konomiki, 2014. 278 s.
  34. Primi, R. (2001). Complexity of geometric inductive reasoning tasks. Contribution to the understanding of fluid intelligence. *Intelligence*, 30, 41 – 70.
  35. Primi, R. (2002). Complexity of geometric inductive reasoning tasks: Contribution to the understanding of fluid intelligence. *Intelligence*, 30(1), 41–70. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(01\)00067-8](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(01)00067-8).
  36. Ren X., Wang T., Sun S., Deng M., Schweizer K. (2018) Speeded testing in the assessment of intelligence gives rise to a speed factor. *Intelligence*. V. 66. 64-71.
  37. Rouder J.N., Morey R.D., Morey C.C., Cowan N. (2011). How to measure working memory capacity in the change detection paradigm. *Psychon Bull Rev.*, 18(2), 324–330.
  38. Rüsseler J., Scholz J., Jordan K., and Quaiser-Pohl C.M. (2005) Mental rotation of letters, pictures, and three-dimensional objects in German dyslexic children. *Child Neuropsychology*, 11, 497–512.
  39. Voĩtov V. K. Raschet znachenĩ slozhnostej zadaniy dlya adaptivnogo testa intellekta / E`ksperimental`naya psixologiya, 2013, tom 6, № 2, s. 120–128.
  40. Waldrop M.M. *Complexity: The emerging science at the edge of order and chaos*. Touchstone, New York, 1993. 380 p.
  41. White, A. P., & Zammarelli, J. E. (1981). Convergence principles: Information in the answer sets of some multiple choice tests. *Applied Psychological Measurement*, 5, 21–27.
  42. Wood, R.E. Task complexity: Definition of the construct // *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 1986. No. 37. P. 60-82.