

Используемые в исследовании шкалы и результаты психометрического анализа

Общая мотивация. В исследовании использовался инструмент оценки общего уровня интереса учащихся к темам естествознания в целом, без разделения на конкретные предметные области. Для этого за основу взята шкала общего интереса к темам естествознания из международного исследования PISA 2015¹ на русском языке. В ней содержатся пять утверждений, которые респонденты оценивают по порядковой шкале от 1 до 4. Состоит из следующих вопросов:

В какой мере Вы интересуетесь следующими вопросами из области естественных наук?

- 1) Биосфера (например, что дают человеку хорошо функционирующие экосистемы, устойчивое развитие).
- 2) Движение и силы (например, скорость, трение, электромагнитные силы, гравитационные силы).
- 3) Энергия и ее преобразование (например, сохранение энергии, химические реакции).
- 4) Вселенная и ее история.
- 5) Как наука может помочь нам предотвратить болезни.

Среди вариантов ответа было 4 опции от «НЕ интересуюсь» до «очень интересуюсь».

Для психометрического анализа результатов (IRT) использовалась модель Rating Scale, разработанная специально для шкал порядкового типа. В анализе проверялось общее качество модели, функционирование ответных категорий и надежность шкалы. Для обработки данных применялась Rstudio.

Психометрический анализ функционирования ответных категорий показал, что в данной шкале отсутствуют проблемы с количеством опций, все они корректны и не требуют доработки (рис. 1). Пороги также возрастают последовательно. Все задания соответствуют модели.

¹ PISA 2015 Assessment and Analytical Framework. 2017. URL: <https://www.oecd.org/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework-9789264281820-en.htm> (дата обращения: 10.10.2022).

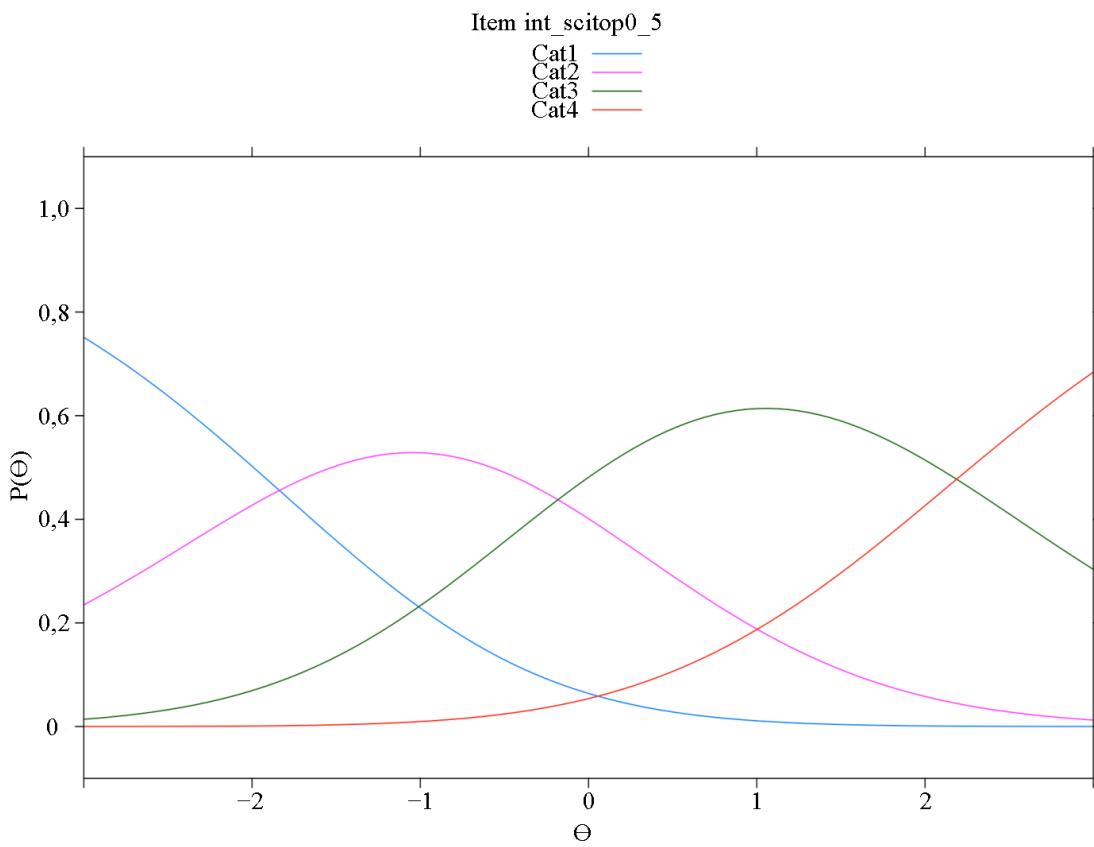


Рис. 1. Функционирование ответных категорий шкалы общей мотивации (4 категории)
Fig. 1. Functioning of response categories of the general motivation scale (4 categories)

Примечания. Здесь и далее: Θ – степень проявления черты (логит); $P(\Theta)$ – вероятность выбора ответной категории; Cat1 – категория 1; Cat2 – категория 2; Cat3 – категория 3; Cat4 – категория 4.

Notes. Hereinafter: Θ – Ability (logit); $P(\Theta)$ – Probability; Cat1 – Category 1; Cat2 – Category 2; Cat3 – Category 3; Cat4 – Category 4.

Источник: здесь и далее все рисунки составлены авторами.

Source: Hereinafter in this article all figures were made by the authors.

Некорректно работающих заданий не выявлено. В связи с этим сделан вывод, что шкала может использоваться в исходном виде для оценки общего интереса без изменений. Итоговый показатель надежности шкалы также достаточно высокий и составляет 0,76 в первом замере и 0,80 – во втором.

Предметная мотивация. В случае с предметной мотивацией учащиеся в анкете давали ответы на вопросы о конкретных предметах: астрономии, биологии, физике, географии, экологии или химии. Учащиеся экспериментальной группы отвечали про предметы, которые они выбрали для занятий на платформе ГлобалЛаб в рамках экспериментального воздействия. Для участников контрольной группы был предложен дополнительный вопрос: «Если бы у Вас была возможность заниматься одним из перечисленных предметов дополнительно, какой из них Вы бы выбрали?». Во втором анкетировании повторялись вопросы о предмете, который респондент выбрал в первом анкетировании. В анкете использовалась шкала поведенческого интереса, состоящая из одиннадцати утверждений.

Насколько данные утверждения похожи на Вас?

1. Меня трудно оторвать от занятий физикой.
2. Я могу биться над трудной задачей по физике час и больше.
3. Я ищу возможность заниматься физикой углубленно.
4. По доброй воле я не открываю учебник или книгу по физике (-).
5. Я ищу случая поучаствовать в конкурсах или олимпиадах по физике.
6. Я смотрю видео или читаю что-то про физику, когда никто не требует этого от меня.
7. Я решают задачи по физике просто из интереса.
8. Если есть возможность поговорить про физику, я делаю это.
9. Я избегаю любой деятельности, связанной с физикой (-).
10. Любой разговор, как-то связанный с физикой, привлекает мое внимание.
11. Я выискиваю в интернете или книгах интересные задачи по физике.

Варианты ответов выстроены по порядковой шкале от 1 до 6, где 1 означало «Это не про меня», а 6 – «Это про меня».

В исходной версии шкалы была выявлена проблема с функционированием ответных категорий. Всего было 6 ответных категорий и крайние категории не имеют доминирующего пространства на шкале уровня выраженности конструкта. Это категории 2 и 5 (рис. 2).

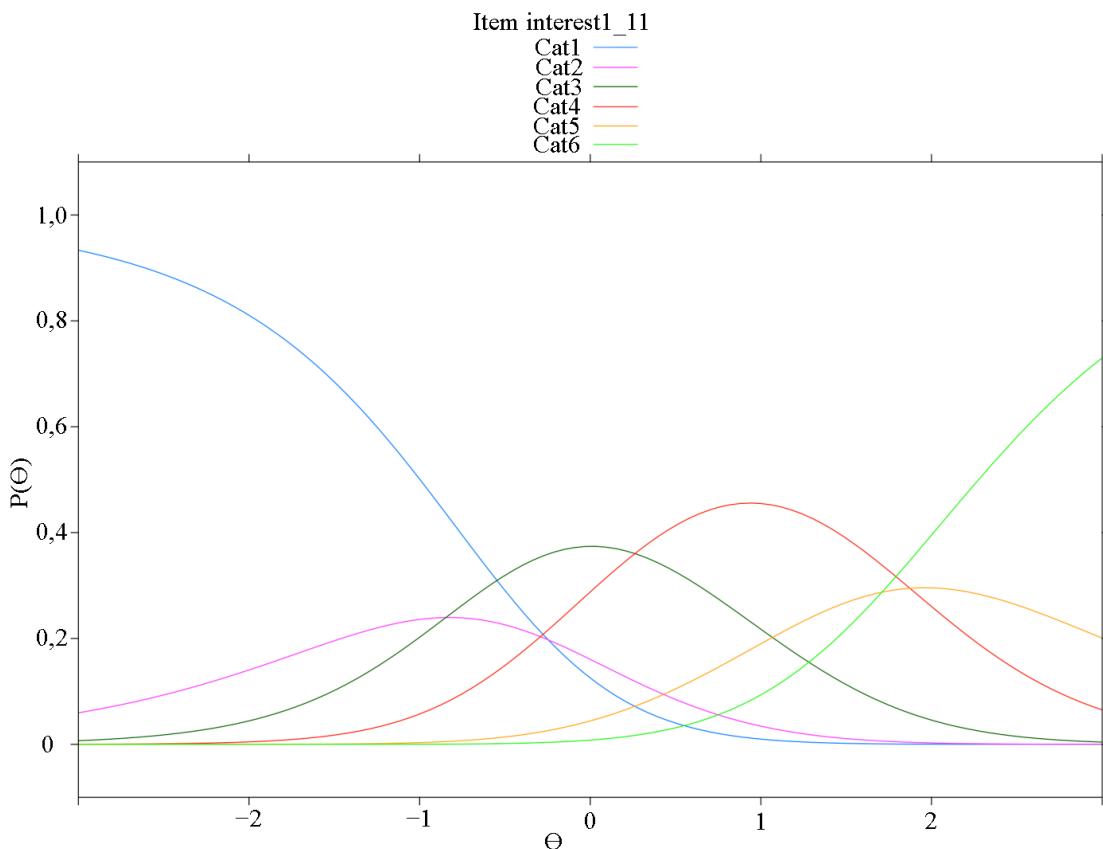
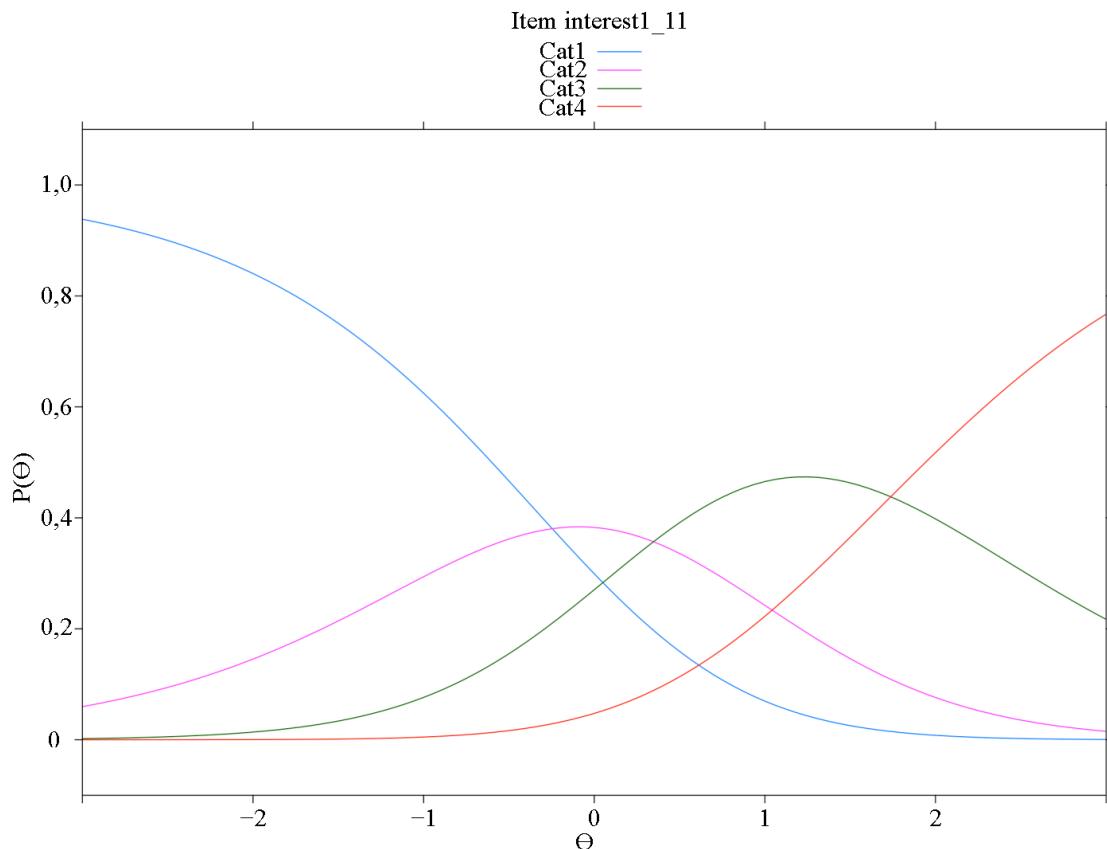


Рис. 2. Функционирование ответных категорий шкалы предметной мотивации (6 категорий)
Fig. 2. Functioning of response categories of the subject motivation scale (6 categories)

Примечания. Здесь и далее: Cat5 – категория 5; Cat6 – категория 6.
Notes. Hereinafter: Cat3 – Category 3; Cat4 – Category 4.

С целью улучшения функционирования ответных категорий две неработающие опции были объединены с категорией 1 и 6 соответственно. Анализ был продублирован на перекодированных данных с новыми категориями, их стало 4. На рисунке 3 отражено функционирование ответных опций в случае использования 4 категорий: все приведено в соответствие, а пороги (Tau) последовательно возрастают.



Р и с . 3 . Функционирование ответных категорий шкалы интереса к естественно-научным предметам

(4 категории)

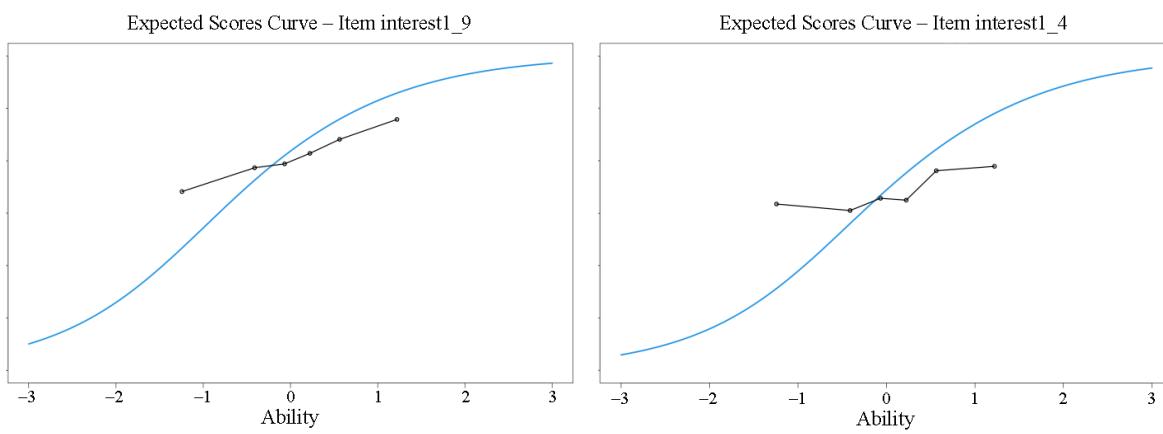
F i g . 3 . Functioning of response categories of the subject motivation scale (4 categories)

Следующий этап анализа выявил проблему с двумя заданиями шкалы (4 и 9). Данные утверждения сформулированы в инструменте негативно. Перед анализом была осуществлена их перекодировка, поэтому теперь, чем выше балл, тем выше интерес к естествознанию.

4. По доброй воле я не открываю учебник или книгу по *выбранный предмет*.

9. Я избегаю любой деятельности, связанной с *выбранный предмет*.

На рисунке 4 видно, что ожидаемые значения уровня интереса учащихся отличаются от модельных – у вопросов недостаточная различительная способность учащихся по уровню интереса к естественно-научным предметам. Задание 4 обладает неудовлетворительными показателями соответствия модели ($OUTFIT = 1,68$; $INFIT = 1,60$). Поэтому его предлагается исключить из итоговой версии шкалы и рассмотреть вариант модели без задания 9.



Р и с . 4 . Характеристическая кривая заданий 4 и 9

F i g . 4 . Expected scores curve for Items 4 and 9

Сравнение общего качества всех проанализированных моделей, а также моделей с последовательным удалением заданий представлено в таблице. По показателям качества видно, что лучшей версией является вариант модели, в которой используются 4 ответные категории и удалены задания 4 и 9. Надежность шкалы в последней версии составляет 0,81, что является высоким показателем и характеризует хорошую согласованность оставшихся ответных опций. Именно эту версию шкалы предлагается использовать в дальнейшем в качестве инструмента оценки уровня интереса учащихся к естественным наукам. Надежность по результатам второго замера также была высокой – 0,83.

Т а б л и ц а . Сравнение моделей с разным количеством ответных категорий и удалением проблемных заданий

T a b l e . Comparison of models with different number of response categories and removal of problem items

Модель / Model	loglike	Deviance	Npars	AIC	BIC
6 категорий / 6 categories	-16 134,84	32 269,68	16	32 301,68	32 380,14
5 категорий / 5 categories	-14 521,84	29 043,68	15	29 073,68	29 147,23
4 категории / 4 categories	-13 443,68	26 887,35	14	26 915,35	26 984,00
4 категории (без № 4) / 4 categories (excluding No. 4)	-11 903,60	23 807,20	13	23 833,20	23 896,95
4 категории (без № 4 и 9) / 4 categories (excluding No. 4 and 9)	-10 631,10	21 262,20	12	21 286,20	21 345,05

Примечания. Npars – (число параметров); AIC – Akaike information criterion; BIC – Bayesian information criterion.

Notes. Npars – Number of parameters; AIC – Akaike information criterion; BIC – Bayesian information criterion.

Общая самоэффективность. Общая самоэффективность в естествознании демонстрирует, насколько высоко учащийся оценивает собственные силы в решении задач, связанных с этой областью. Для измерения данного типа самоэффективности была

использована шкала PISA 2015 (Science self-efficacy), содержащая шесть утверждений, оцениваемых по шкале от 1 до 4.

Как Вы считаете, насколько легко было бы для Вас самостоятельно выполнить следующие задачи?

1. Объяснить, почему землетрясения происходят более часто на одних территориях, чем на других.
2. Описать роль антибиотиков в лечении болезни.
3. Определить, какая естественно-научная проблема тесно связана с вывозом мусора.
4. Сделать прогноз о том, какие изменения окружающей среды повлияют на выживание определенных видов.
5. Проанализировать информацию, приведенную на упаковках пищевых продуктов.
6. Определить лучшее из двух объяснений о происхождении кислотных дождей.

Вариантов ответа в этой шкале было 4: от «Я не могу это сделать» (1) до «Я могу сделать это легко» (4).

Анализ функционирования ответных категорий показал, что все опции работают корректно в исходной версии шкалы и не требуют дополнительных корректировок (рис. 5). Все задания подходят модели и пороги корректно увеличиваются.

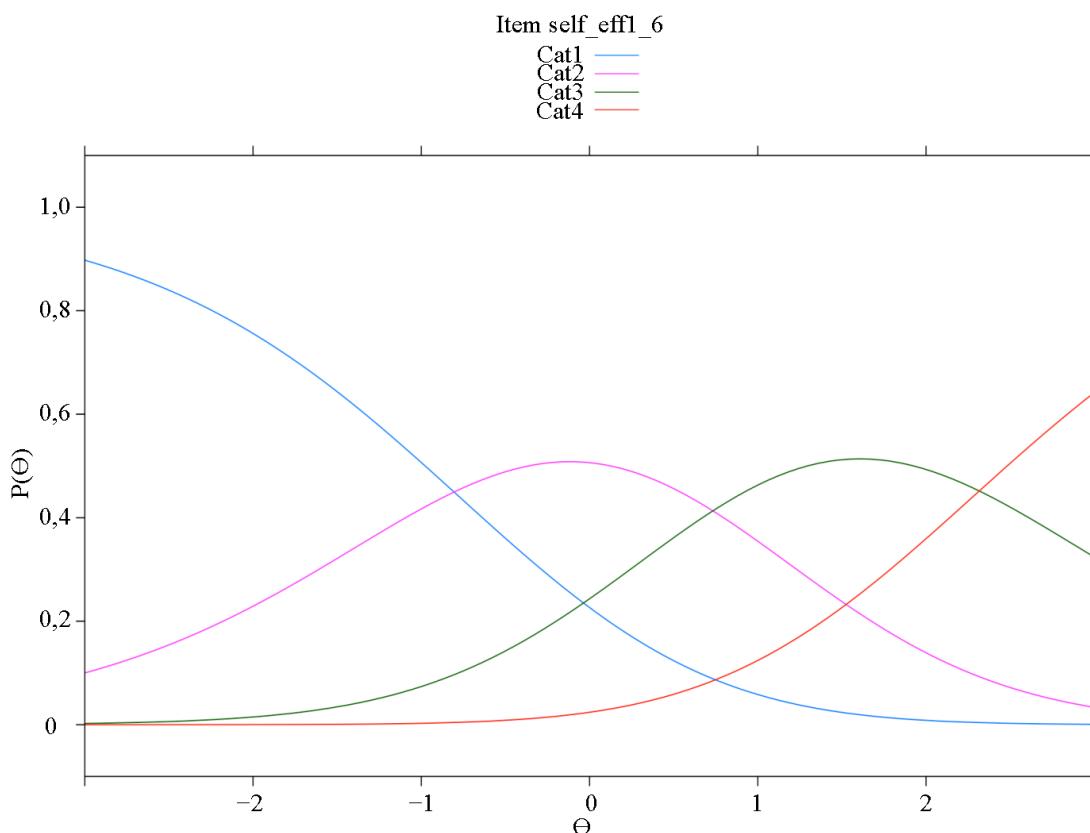


Рис. 5. Функционирование ответных категорий шкалы общей самоэффективности (4 категории)
Fig. 5. Functioning of response categories of the general self-efficacy scale (4 categories)

Шкала может использоваться при анализе в исходном виде без корректировок. Ее надежность является удовлетворительной и составляет 0,75 в первом замере и 0,78 – во втором.

Инструмент оценки предметной самоэффективности. Данный конструкт также представляет собой уверенность учащихся в своих силах, но уже в конкретной предметной области естествознания, которая была выбрана на первом этапе анкетирования. Для измерения предметной самоэффективности в работе применялась шкала PISA 2015 (Science self-concept). Учащиеся оценивали четыре утверждения о собственных способностях в освоении одного из шести предметов естествознания от 1 до 4. Шкала состояла из следующих вопросов:

Что Вы думаете о своих возможностях в естествознании?

1. Мне было бы легко изучить разделы повышенного уровня сложности по естественно-научным предметам.
2. Обычно я хорошо выполняю проверочные работы по естественно-научным предметам.
3. Я довольно быстро изучаю новые темы по естественно-научным предметам.
4. Когда на естественно-научных предметах объясняют новые темы, я все хорошо понимаю.

Вариантов ответа было 4: от «совершенно не согласен» (1) до «совершенно согласен» (4).

Анализ ответных категорий на первом же шаге показал, что две опции из четырех являются проблемными. У шкалы не работают обе крайние категории почти во всех заданиях (рис. 6). Проблемными являются крайние опции. Для достижения удовлетворительной картины (с точки зрения работы ответных опций) шкалу пришлось переформатировать в дихотомическую, где объединяются два варианта ответа, характеризующие несогласие с утверждениями, и два варианта, отражающих согласие.

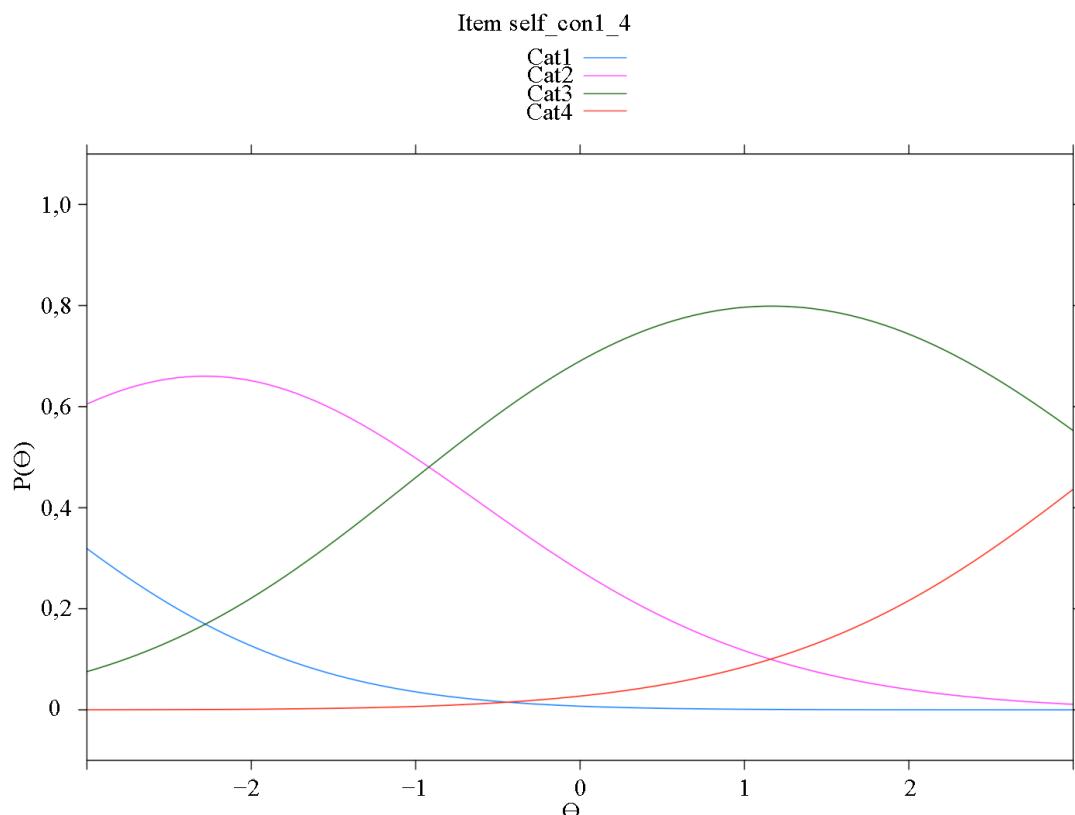


Рис. 6. Функционирование ответных категорий шкалы предметной самоэффективности (4 категории)
Fig. 6. Functioning of response categories of the subject self-efficacy scale (4 categories)

В случае с дихотомической версией ответов, где ученики выражают просто согласие или несогласие с утверждениями, категории работают корректно (рис. 7). Все задания соответствуют модели.

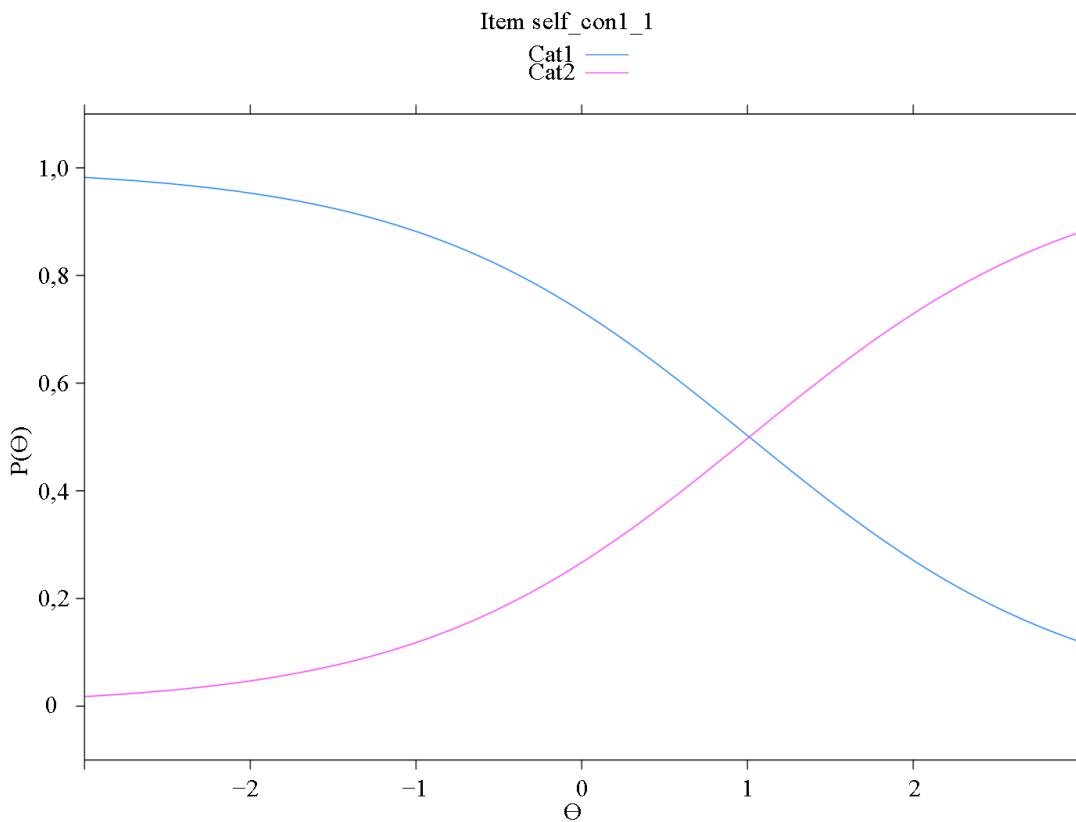


Рис. 7. Функционирование ответных категорий шкалы предметной самоэффективности (2 категории)
Fig. 7. Functioning of response categories of the subject self-efficacy scale (2 categories)

Здесь рекомендуется изменить количество ответных опций на две и оставить исходный набор вопросов. Надежность итоговой версии шкалы с двумя ответными опциями является удовлетворительной и самой низкой из всех проанализированных ранее шкал – 0,62 в первом замере и 0,68 – во втором.

Любознательность. Для измерения любознательности учащихся применялась шкала, состоящая в оригинале из десяти утверждений, оцениваемых от 1 до 5².

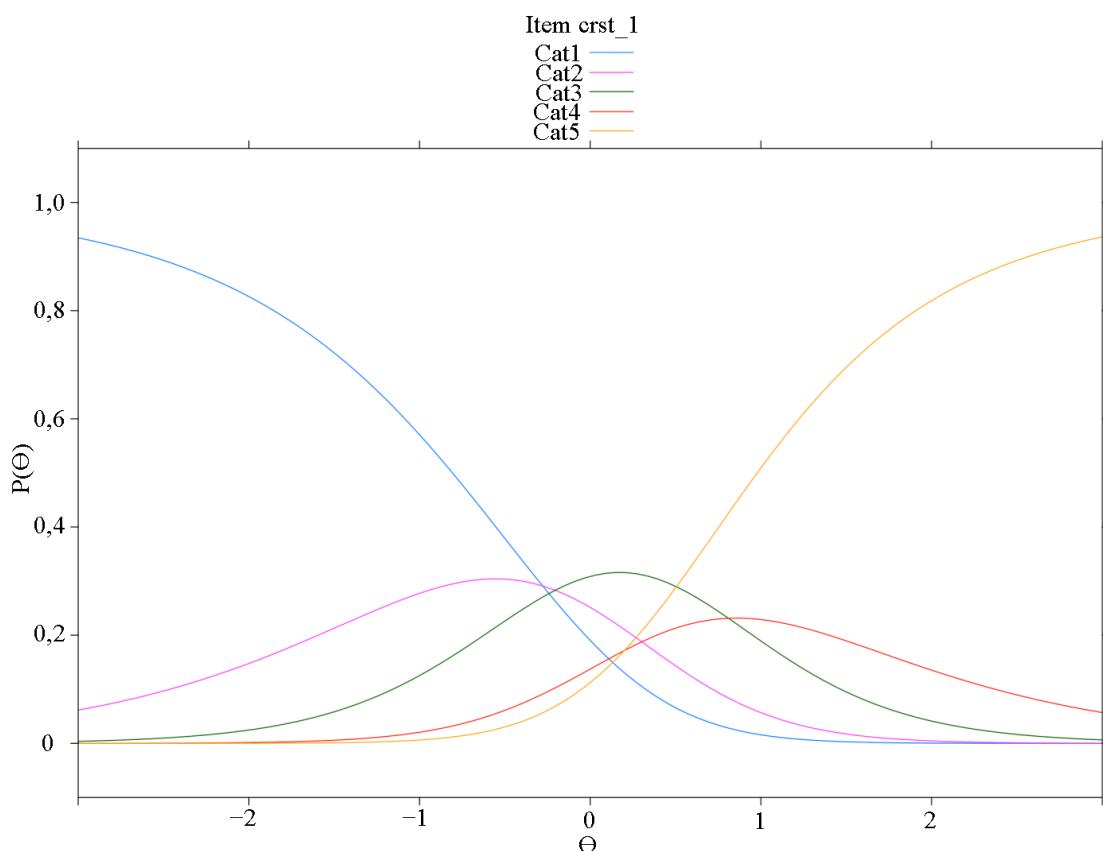
1. У меня всегда есть вопросы к тому, что рассказал учитель или к тому, что я прочитал(а).
2. Есть дела, которыми мне интересно заниматься.
3. Я умею искать информацию о том, что меня интересует.
4. Мне хочется делиться тем, что я узнаю.
5. Когда я выполняю школьные задания, я стараюсь найти в них что-то новенькое.
6. По выходным или на каникулах мне нравится ходить на экскурсии, лекции или в музеи.

² Орел Е. А., Куликова А. А., Канонир Т. Н. Разработка инструментов оценки социально-эмоциональных навыков учащихся. 2020.

7. Я не могу оставаться в стороне, если обсуждается что-то, чем я интересуюсь.
8. Если я слышу что-то новое, я начинаю «гуглить» это.
9. Мне интересно узнавать больше о новой для меня теме.
10. Чтобы узнать что-то интересное, я использую много разных источников информации.

Ответы: от «полностью не согласен» (1) до «абсолютно согласен» (5). Кодировка всех заданий прямая.

Анализ ответных категорий показал, что не все категории работают корректно (рис. 8). Две верхние ответные опции были объединены в одну, после чего функционирование категорий стало удовлетворительным.



Р и с. 8. Функционирование ответных категорий шкалы любознательности (5 категорий)

F i g. 8. Functioning of response categories of the curiosity scale (5 categories)

Задания 2 и 4 не очень хорошо подходили модели и было принято решение их удалить.

Надежность итоговой версии шкалы составляет 0,73.