# Применение концептуально-ориентированных опорных конспектов в инженерном образовании

# **Application of Conceptually Oriented Background Composition in Engineering Education**

Получено 07.10.2024 Одобрено 19.10.2024 Опубликовано 25.10.2024

УДК: 371.13 (575.2) (043.3)

DOI: 10.12737/1998-1740-2024-12-5-27-35

# Н.Г. СЕРЕБРЯКОВА,

канд. пед. наук, доцент, зав. кафедрой моделирования и проектирования учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

e-mail: bsatu.serebryakova@gmail.com

#### N.G. SEREBRYAKOVA, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of Department of Modeling and Design of the Educational Institution,

Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk

e-mail: bsatu.serebryakova@gmail.com

#### Аннотация

Статья посвящена результатам проспективного рандомизированного педагогического исследования, в котором проводилась сравнительная оценка эффективности усвоения концептуально понятийного материала по учебной дисциплине «Основы управления интеллектуальной собственностью» в результате применения в преподавании специально разработанного конспекта дисциплины. Новый дидактический формат основан на концептуальных представлениях об инженерном знании как диалектически связанных компонентах фундаментальной понятийной составляющей и навыков получения информации из информационной сферы. Полученные результаты показали, что в исследуемой группе эффективность усвоения материала, оцениваемая средним баллом, была педагогически и статистически значимо выше. При этом различия в качественной успеваемости оказались еще выше.

**Ключевые слова:** уровневое инженерное образование, модернизация высшего инженерного образования, проектирование образовательных программ, управление, организация, маркетинг, продвижение.

#### Abstract

The article is devoted to the results of a prospective randomized pedagogical study, in which a comparative assessment of the effectiveness of assimilation of conceptual material in the academic discipline "Fundamentals of Intellectual Property Management" was carried out as a result of the use of a specially developed abstract of the discipline in teaching. The new didactic format is based on conceptual ideas about engineering knowledge as dialectically related components of the fundamental conceptual component and the skills of obtaining information from the information sphere. The results obtained showed that in the study group, the efficiency of mastering the material, assessed by the average score, was pedagogically and statistically significantly higher. At the same time, the differences in qualitative performance were even higher.

**Keywords:** level engineering education, modernization of higher engineering education, design of educational programs, management, organization, marketing and promotion.

#### Введение

В опубликованных ранее работах [6; 7] были предложены подходы к разработке системы инженерного образования нового поколения, затрагивающие понятийную систему образования, вплоть до проблемы сущности инженерного знания, принципов его формирования и контроля в образовательном процессе; сформирована практико-ориентированная композиция принципов проектирования системы инженерного образования, которая не только затрагивает проблематику разработки образовательных стандартов, учебных планов, учебных программ, системы компетенций, но и приводит к непосредственным педагогическим следствиям в отношении технологических аспектов и компонентов образовательного процесса.

В частности, дидактические следствия касаются средств обучения и учебно-методических материалов. На основе сформулированных прин-

ципов в работе [5] в качестве примера материала нового типа мы представили концептуально-ориентированный опорный конспект, являющийся модернизированным аналогом опорного конспекта, отличающийся направленностью на визуализацию концептуально-ориентированного каркаса предмета и характеризующийся формулой «сжатие с сохранением качества».

По нашим представлениям, использование данного формата в учебном процессе будет способствовать эффективному усвоению концептуально-понятийного каркаса дисциплины, получению прочных знаний и, в конечном счете, достижению основной цели инженерного образования – успешности в профессиональной деятельности.

Для оценки эффективности предложенных подходов был проведен соответствующий педагогический эксперимент, в котором анализировалось качество усвоения учебного материала.

## Обзор литературы

В психологии памяти в качестве причин запускания механизмов забывания информации на уровне кратковременной памяти называются угасание (фактором забывания является время) и интерференция (фактор забывания – наличие помех) [20; 22]. В исследованиях психологии памяти [2; 9; 10; 11; 13; 17] обосновано, что содержание знаний относится больше к мышлению, чем к памяти. Ф. Бартлетт [16] установил, что это содержание воссоздается заново на основе системы действий – когнитивной схемы. Таким образом, на основании классических представлений о природе памяти можно сделать вывод о том, что долговременная память ассоциативна и хранит образы.

В исследованиях структуры долговременной памяти [14; 23] выделяются две системы:

- семантическая сохраняющая общие знания, не зависящие от момента их приобретения;
- эпизодическая, то есть организованная по принципу хронологии.

Дополнительно в структуре долговременной памяти выделяется память на навыки и способы действий [21] или процедурная память. Доказано, что объем хранения знаний в долговременной памяти достаточно велик, в частности, для процедурной памяти не существует теоретического предела возможностей накопления знаний. Что касается временных пределов хранения знаний в долговременной памяти, то в исследованиях Г. Эббингауза [17] установлено, что по истечении 31 дня коэффициент сбережения оказывается равным 21%.

В то же время процедурная память может сохраняться достаточно долго, не подвергаясь деформациям. Поэтому считается, что знания в памяти могут удерживаться в течение всей жизни [15]. Это описано в большинстве теорий забывания, одна из которых, называемая потерей доступа, объясняя невозможность припоминания информации, исходит из того, что долговременная память организована в виде сети ассоциаций. Для определения ее закономерностей Э. Тулвингом был сформулирован принцип специфического кодирования: «Для того чтобы извлечь информацию из памяти, надо, чтобы коды, доступные в процессе запоминания, были доступны и в процессе припоминания». Однако в семантическом анализе недостаточно разработана проблема знаковых систем, которыми оперирует познание.

В практике преподавания одним из наиболее известных форматов альтернативных и практи-

чески ориентированных дидактических материалов являются разработанные В.Ф. Шаталовым опорные конспекты. Основной мотивацией при создании этой концепции стала необходимость формирования ориентировочной основы действия [1; 12]. Результатом исследований педагогановатора явилось создание уникальной дидактической системы с использованием учебных пособий, представляющих материал с развитыми графическими формами.

Метод опорного конспекта обеспечивает компактность, удобство восприятия и запоминания, но не претендует на попытку улучшения качества отображения реальности сверх того, что заложено в являющемся точкой опоры учебнике. Отсюда неизбежно следует вывод об актуальности исследования подходов с условным названием «сжатие с повышением качества», в которых точка опоры переносится из учебника в научно-информационную реальность. В частности, проблема поиска адекватных дидактических материалов актуальна для современного инженерного образования, требования к которому претерпевают существенные изменения. Соответственно, далее предмет исследования будет рассматриваться в практическом приложении к инженерному образованию.

Мы нашли решение этой проблемы, переместив акцент в концептуально-понятийную сторону и декларируя обязательность критического подхода к материалу и валидизации его соответствия с общим уровнем науки.

В данной работе приводятся результаты педагогического эксперимента по применению концептуально ориентированного конспекта в преподавании дисциплины «Основы управления интеллектуальной собственностью» [4].

# Материалы и методы исследования

В качестве материала проспективного рандомизированного исследования были использованы данные 396 студентов БГАТУ, изучавших дисциплину «Основы управления интеллектуальной собственностью» в весеннем семестре 2021/22 учебного года.

Критерии включения: все студенты, входящие в учебные группы потоков, на которых изучалась данная дисциплина. Критерии исключения: студенты, не явившиеся на аттестацию.

Распределение студенческих групп на группу исследования и контрольную проводилось с помощью онлайн-сервиса рандомизации sealedenvelope. com/simple-randomiser. В результате проведенной

Параметр	Cl	реднее	Медиана (LQ-UQ)		
	исследуемая	контрольная	исследуемая	контрольная	
Аттестат	74,7	75,6	76 (69–81)	76 (71–81)	
ЦТ математика	43,9	39,8	42 (36–53)	40 (32–46)	
ЦТ физика	41,8	40,6	43 (34–49)	43 (34–49)	

Параметры успеваемости при поступлении

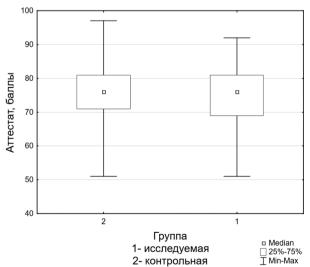
рандомизации в исследуемую группу вошло 174 студента, в контрольную – 222 студента.

Методология проспективного рандомизированного исследования [3; 18; 19] не предполагает обязательной оценки однородности групп, однако и не исключает ее, поэтому в нашем исследовании она была проведена.

Проводилась оценка однородности исследуемой и контрольной групп с точки зрения общей способности к обучению и успеваемости по показателям успеваемости при поступлении. В таблице 1 приведены данные по параметрам успеваемости при поступлении в исследуемой и контрольной группах.

Оценка статистической значимости различий по критерию Манна – Уитни показала, что по всем параметрам различия отсутствуют (р соответственно – 0,59; 0,56 и 0,16).

На рисунке 1 показаны графические представления рассеяния параметров в группах сравнения на примере показателя «Аттестат».



**Рис. 1.** Рассеяние показателя «Аттестат» в группах сравнения

Можно сделать вывод, что исследуемая и контрольная группы однородны.

### Методы

**Преподавание.** В контрольной группе преподавание дисциплины «Основы управления интеллектуальной собственностью» проводилось в обычном порядке в соответствии с утвержденной учебной программой и включало лекции и практические занятия.

В исследуемой группе вместе с обычной технологией преподавания использовался формат концептуально-ориентированного опорного конспекта. Для этого специально был разработан соответствующий учебный материал, в котором каждая тема заняла одну полную страницу и в соответствии с правилами создания концептуально-ориентированного конспекта, адаптированными к гуманитарной тематике, содержала основные определения и объекты с необходимой детализацией. На рисунке 2 приведен пример страницы концептуально-ориентированного конспекта.

Одновременно структура и схема конспекта являлись материалом для структуры занятия. Распечатанный материал был роздан студентам. Всего конспект составлял девять страниц формата А5.

Различия в технологии преподавания состояли только в этом.

Для контроля знаний были использованы специальные тесты в системе *Moodle*, включающие 10 вопросов. Время ответа на вопросы составило 15 минут. При этом автоматически рассчитывалась оценка, контролировалось время выполнения и полученные значения заносились в базу данных. Было разработано две группы тестов по три в каждой.

Тесты первой группы проводились в обычном порядке.

При решении тестов второй группы разрешалось пользоваться Интернетом.

На рисунке 3 показан фрагмент базы данных после преобразования ее в электронную таблицу.

<sup>\*</sup>ЦТ - аналог ЕГЭ.



Рис. 2. Пример страницы концептуально-ориентированного конспекта

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Фамилия	Имя	Почта	УчГруппа	Группа	Тест 1	время1	Тест 2	время2	Тест 3
1,0	Орефьев	Павел Н	15мпт.2	15мпт	1	9	397	7	236	10
2,0	Салахов	Владися	15мпт.2	15мпт	1	4	157	4	124	6
3,0	Фильчако	Владим	15мпт.2	15мпт	1	8	245	7	251	4
4,0	Шиленкоє	Алекса⊦	15мпт.2	15мпт	1	8	535	2	457	5
5,0	Сувержен	Кирилл	15мпт.2	15мпт	1	5	334	4	263	5
6,0	Кунаховеι	Даниил	15мпт.2	15мпт	1	7	521	6	407	6
7,0	Леванюк	Виктор	16мпт.2	16мпт	1	5	497	5	351	9
8,0	Севожко	Андрей	16мпт.2	16мпт	1	6	285	5	280	9
9,0	Михалко	Максим	16мпт.2	16мпт	1	5	367	6	274	6
10,	Павлечко	Дмитри	16мпт.2	16мпт	1	6	602	7	599	8
11,	Неред	Павел А	16мпт.2	16мпт	1	8	442	6	332	4
12,	Дидковскі	Валенти	15мпт.2	15мпт	1	5	230	2	198	5
13,	Базылев	Владися	16мпт.2	16мпт	1	8	328	8	264	6
14,	Воскряков	Кирилл	16мпт.2	16мпт	1	6	418	7	511	6
15,	Богуш	Кирилл	15мпт.2	15мпт	1	2	221	8	276	7

Рис. 3. Фрагмент базы данных

Общий размер базы данных составил 398 случаев и 17 переменных.

**Статистический анализ.** Исследуемые показатели не имели нормального распределения, поэтому центральная тенденция и мера рассеяния характеризовались медианой и квартилями.

Перед планированием эксперимента проводился анализ мощности, позволивший вычислить требования к минимальному размеру выборок.

Параметры генеральной совокупности оценивались методом доверительных интервалов. При сравнении результатов определялся достигнутый уровень статистической значимости, рассчитанный с использованием непараметрического критерия Манна – Уитни. Для расчетов использовались программы MS Excel и Statistica.

Анализ мощности эксперимента. Исходными данными для анализа мощности являются ожидаемые параметры генеральной совокупности и минимальная величина педагогического эффекта, который предполагается считать педагогически значимым.

Оценка ожидаемых параметров ГС проводилась на основе данных о пройденных ранее тестах по дисциплине «Основы управления интеллектуальной собственностью». Объем выборки составил N=315 студентов, среднее значение оценки  $\tilde{x}=5,14$  балла, стандартное отклонение  $\sigma=1,37$  балла. Оценки соответствовали нормальному распределению с p=0,43 по критерию Колмогорова—Смирнова.

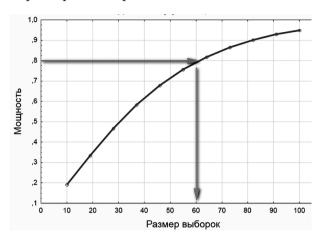
В качестве статистически значимого педагогического эффекта была установлена величина различий в средних значениях оценок  $\Delta \tilde{x} = 0.7$  балла.

На основе полученных параметров ГС рассчитывалась мощность исследования для различных размеров сравниваемых выборок. На рисунке 4 показан пример выходной формы для размеров выборок n = 25.

Power Calculation Two Means, t-Test, Ind. Samples H0: Mu1 = Mu2					
	Value				
Population Mean Mu1	5,7000				
Population Mean Mu2	5,0000				
Population S.D. (Sigma)	1,3700				
Standardized Effect (Es)	0,5109				
Sample Size N1	25,0000				
Sample Size N2	25,0000				
Type I Error Rate (Alpha)	0,0500				
Critical Value of t	2,0106				
Power	0,4249				

Рис. 4. Пример вычисления мощности исследования

Были проведены расчеты для размера сравниваемых выборок от 10 до 100. На рисунке 5 показана зависимость мощности исследования от размеров выборок.



**Рис. 5.** Зависимость мощности исследования от размера выборок

В соответствии с принятыми в научном сообществе нормами [1; 15] планируемая мощность исследования должна быть не менее 0,8. Таким образом, по графику мы можем найти соответствующий ей объем выборок – не менее 60, соответственно, объемы вошедших в исследование групп достаточны.

# Сравнительный анализ непосредственных результатов

После окончания изучения дисциплины в период итогового контроля были проведены операции по оценке знаний, включавшие три теста без вспомогательных материалов и три теста с разрешением пользоваться Интернетом.

В таблице 2 приведены результаты тестирования в группах по шести тестам.

Как видно из приведенных данных, по всем тестам оценка в исследуемой группе статистически значимо лучше, чем в контрольной.

Увеличение оценки в баллах в исследуемой группе по разным тестам составило от 0,8 до 1,6 балла или увеличение на 14–26%.

Средний балл по тестам в исследуемой группе составил 7,2 (95% ДИ от 7,0 до 7,5), в то время как в контрольной группе 6,0 баллов (95% ДИ от 5,8 до 6,2 балла), соответственно, средний балл в исследуемой группе увеличился на 20%.

Можно сделать вывод, что различие в 1,3 балла является не только статистически, но и педагогически значимым.

Отдельный интерес представляет характер распределения показателя «Оценка». На рисун-

Результаты тестирования

Тест	Среднее, баллы		95% ДИ сре	n				
	исследуемая	контрольная	исследуемая	контрольная	р			
Без вспомогательных материалов								
Тест 1	7,2	5,8	6,8–7,5	5,6–6,0	<0,001			
Тест 2	7,3	6,1	7,0–7,7	5,8–6,3	<0,001			
Тест 3	7,4	5,9	7,0–7,7	5,6–6,1	<0,001			
С доступом к Интернету								
Тест 4	6,5	5,7	6,1–6,9	5,4–6,0	<0,001			
Тест 5	7,7	6,4	7,3–8,0	6,1–6,6	<0,001			
Тест 6	7,8	6,2	7,5–8,1	5,9–6,5	<0,001			

ке 3 показаны гистограммы его распределения в исследуемой и контрольной группах.

Анализируя приведенные гистограммы, нужно обратить внимание на то, что в контрольной группе распределение оценок является более куполообразным и симметричным, что характерно для стохастических процессов, зависящих от многих факторов одного порядка, что соответствует стандартному подходу к обучению.

В исследуемой группе распределение оценок совершенно несимметрично. Настолько, что мода совпадает с максимумом распределения в десять баллов и по частоте встречаемости почти в два раза превышает среднюю величину. Кроме того, можем заметить, что данное отличие в

распределениях касается правой части гистограммы, то есть высоких оценок, а в области низких оценок распределения похожи.

Можно предположить, что асимметрия распределения в исследуемой группе связана с тем, что некоторая часть студентов существенно увеличила свою естественную оценку за счет некоторого фактора, оказавшего сильное влияние, в то время как другая часть студентов этому фактору не была подвержена.

В практической интерпретации это означает, что часть студентов воспользовалась возможностями, предоставленными новым дидактическим форматом, в то время как другая часть не воспользовалась.

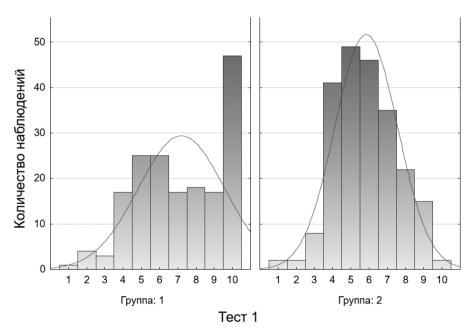


Рис. 3. Распределение оценки по первому тесту в исследуемой и контрольной группах

# Исследование качественной успеваемости

В педагогике широко применяется понятие качественной успеваемости как доли учащихся, получивших не менее некоторой оценки. В частности, в инженерном образовании показатель качественной успеваемости зарезервирован для оценок 7 и выше. Принято считать, что этот показатель является наилучшим критерием оценки качества преподавания и учебного заведения в целом. Исследование влияния применения нового метода на полученную в результате качественную успеваемость представляет отдельный научный интерес.

В нашем исследовании рассматриваются два уровня качества. Собственно качественная успеваемость – доля оценок 7 и выше и «отличная» успеваемость – доля оценок 9, 10. В таблице 3 представлены данные по этим показателям для исследуемой и контрольной групп.

Приведенные в таблице данные еще более наглядно демонстрируют преимущества применения концептуально-ориентированных подходов к изучению дисциплин. Доля студентов, соответствующих качественной успеваемости, в исследуемой группе практически в два раза выше, чем в контрольной. Особенно велики различия по показателю отличной успеваемости. В исследуемой группе треть студентов получили по шести тестам среднюю оценку «девять» и выше, в то время как в контрольной группе такие студенты отсутствовали.

## Исследование связей и влияний

# Влияние возможности пользоваться Интернетом

Одна из гипотез исследования предполагала, что возможность использования Интернета увеличит средний балл, но результаты показали, что оценки в тестах с использованием и без использования Интернета совершенно одина-

ковые. Данное явление можно объяснить двумя версиями:

- 1) отведенное для выполнения теста время 15 минут оказалось слишком маленьким для реализации преимуществ, связанных с подсказками в Интернете;
- 2) уровень владения Интернетом и поиска в нем у студентов недостаточен для получения преимуществ от его использования;
- 3) в обеих группах получен достаточно высокий средний балл, основанный на собственных знаниях, поэтому влияние Интернета выявить сложно.

Надо заметить, что все версии могут реализовываться одновременно.

### Влияние времени выполнения теста

Можно было предположить, что полученная оценка связана со временем выполнения теста. Для исследования этой связи был проведен соответствующий корреляционный анализ. В результате было установлено, что для шести тестов коэффициент корреляции между оценкой и временем выполнения варьировал от 0,02 до 0,33, причем в трех случаях коэффициенты корреляции не были статистически значимыми. Следовательно, можно утверждать, что между оценкой и временем выполнением задания наблюдается очень слабая статистическая связь либо ее отсутствие.

# Связь между оценками в различных тестах

Для полноты исследования был проведен анализ статистической связи оценок в различных тестах. По результатам анализа установлено, что коэффициенты корреляции в данном случае варьировали от 0,41 до 0,61, что принято считать «связью средней силы». Интерпретируя полученный результат описательно, можно сказать, что если студент получил по первому тесту высокий балл, то шансы получить по следующему тесту высокий балл у него значительно выше.

Показатели качественной успеваемости

Таблица 3

Показатель	Исследуемая гр	уппа, n = 174	Контрольная гру	_	
Показатель	Величина, п (%)	95% ДИ	Величина, п (%)	95% ДИ	ρ
Качественная успеваемость	89 (51,1%)	43,5–58,8%	56 (25,2%)	19,7–31,5%	<0,001
Отличная успеваемость	59 (33,9%)	26,9–41,5%	0 (0,0%)	0,0–1,7%	<0,001

# Анализ факторов, влияющих на результат эксперимента

Влияние факторов на полученные результаты исследовалось с помощью инструмента Логистическая регрессия. При этом в качестве зависимой переменной рассматривалась качественная успеваемость, т.е. получение средней оценки по тестам 7 баллов и выше, а в качестве возможных влияющих факторов – показатели, характеризующие общие способности и общую подготовку студентов – средний балл аттестата, результаты централизованного тестирования по математике и физике.

Установлено, что из перечисленных факторов только результат централизованного тестирования по математике статистически значимо влияет на вероятность сдачи на 7 баллов и выше. Для численной оценки отношения шансов показатель Результат ЦТ по математике был подвергнут дихотомизации с помощью метода Cut Point анализа.

На рисунке 5 показана зависимость критерия Вальда, характеризующая статистическую значимость различий результата для дихотомической величины. В зависимости от точки разделения количественной величины на области «наличия признака» и «отсутствия признака». Наблюдается хорошо выраженный максимум для точки разделения – 39 и более баллов соответствует наличию позитивного признака.

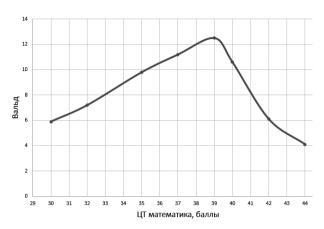
При наличии данного позитивного признака отношение шансов написать тест на 7 баллов и выше составляет ОШ = 4,1 (95% ДИ от 1,9 до 9,0).

### Выводы

1. На основании проспективного рандомизированного исследования установлено, что применение в преподавании концептуально ориентированных конспектов обеспечивает улучшение усвоения знаний. Средний балл по тестам по дисциплине «Основы управления интеллектуальной собственностью» в группе с исполь-

#### Список литературы

- 1. Гальперин П.Я. Психология как объективная наука: избранные психологические труды. М.: Изд-во Московского психолого-социального ин-та, 2008. 478 с.
- 2. *Лефрансуа Ги*. Прикладная педагогическая психология. 10-е междунар. изд. Санкт-Петербург: Прайм—Еврознак, 2007. С. 165—209.
- 3. *Нейман Ю.М., Хлебников В.А.* Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. М.: Прометей, 2000. 168 с.



**Рис. 5.** Зависимость критерия Вальда от точки разделения параметра ЦТ математика

зованием концептуально ориентированных конспектов составил 7,2 балла (95% ДИ от 7,0 до 7,5 балла), в то время как в контрольной группе 6,0 баллов (95% ДИ от 5,8 до 6,2 балла) соответственно, средний балл в исследуемой группе увеличился на 1,2 балла, что соответствует убедительной педагогической значимости. Различия статистически значимы, p < 0,001.

- 2. Применение разработанных учебных материалов позволяет статистически значимо увеличить качественную успеваемость с 25,2% (95% ДИ 19,7–31,5%) до 51,1% (95% ДИ 43,5–58,8%), а отличную успеваемость с 0,0% (95% ДИ 0,0–1,7%) до 33,9% (95% ДИ 26,9–41,5%).
- 3. Не обнаружено существенной статистической связи между показателями «Возможность использования Интернета» и «Время выполнения задания» с оценкой за выполнение задания.
- 4. Установлено, что на результаты сдачи тестов по дисциплине оказывает статистически значимое влияние балл, полученный на централизованном тестировании по математике. Для студентов, получивших 39 баллов и выше, отношение шансов соответствовать критериям качественной успеваемости составляет ОШ=4,1 (95% ДИ от 1,9 до 9,0).

#### References

- 1. Galperin P.Ya. Psychology as an objective science: selected psychological works. M.: Publishing House of the Moscow Psychological and Social Institute, 2008. 478 p.
- Lefrancois Guy. Applied educational psychology. 10th international edition. St. Petersburg: Prime—Euroznak, 2007. pp. 165–209.
- 3. Neiman Yu.M., Khlebnikov V.A. Introduction to the theory of modeling and parameterization of pedagogical tests. M.: Prometheus, 2000. 168 p.

- Образование в Республике Беларусь: нормативноправовое регулирование: сб. норматив. правовых актов / сост.: И. В. Титович [и др.]. — Минск: РИВШ: Центр охраны труда и промышленной безопасности, 2007—2023.
- 5. *Серебрякова Н.Г.* Образовательные технологии и контроль результатов обучения в новой концепции инженерного образования // Образовательные технологии. 2022. № 2. С. 67—78.
- Серебрякова Н.Г. Проектирование системы инженерного образования нового поколения. — М.: Народное образование, 2021. — 184 с.
- Серебрякова Н.Г. Структура инженерного знания и концептуально-понятийный каркас учебной дисциплины // Образовательные технологии. 2021. № 4. С. 35–48.
- Серебрякова Н.Г., Мириленко А.П. Статистические методы анализа и планир. эксперимента: учебнометодическое пособие. — Минск: БГАТУ, 2022. — 104 с.
- 9. *Торндайк Э*. Принципы обучения, основанные на психологии. М.: Юрайт, 2022. 270 с.
- Финн В.К. Применение интеллектуальных систем в изучении общества. Методы логики и искусственного интеллекта в гуманитарном знании, строение интеллектуальных систем и социальные последствия их использования. — М.: URSS, 2021. — 352 с.
- 11. Холодная М.А. Психология понятийного мышления: от концептуальных структур к понятийным способностям. Российская акад. наук, Ин-т психологии. М.: Ин-т психологии РАН, 2012. 287с.
- 12. *Шаталов В.Ф.* Учить всех, учить каждого. М.: Педагогический поиск, 1987. с. 159—167.
- 13. Atkinson R. Human memory and the learning process. Published the psychology learning and motivation, 1980. 528 p.
- 14. *Baddeley A.D.* Is working memory still working? // American Psychologist. 2001. Vol. 56. pp. 851–864.
- 15. Bahrick H.P., Bahrick P.O. and Wittinger R.P. Fifty years of memory for names and faces: a cross-sectional approach // Journal of Experimental Psychology: General. 1975. Vol. 104. pp. 54–75.
- 16. *Bartlett F.C.* Remembering: A study in experimental and social psychology. Cambridge: Cambridge University Press, 1932.
- 17. Ebbinghaus H. Ober das Gedachtnis. Leipzig, 1985.
- 18. Hatti John A.C. Visible learning. London, N.-Y.: Routledge, 2010. 477 р. [Хэтти, Джон А. С. Видимое обучение: синтез результатов более 50000 исследований с охватом более 86 миллионов школьников / Джон Хэтти; [перевод Н.В. Селиванова]. М.: Национальное образование, 2017. 495 с.].
- 19. *Lang Th.* How to report statistics in medicine. 2nd ed. Philadelphia: American college of physicians, 2010. 477 p.
- 20. *Moray N., Barnett T., Bates A.* Experiments on the 4-Eared Man // Jornal of Acoustical Society of America. 1964. Vol. 38. pp. 209–212.
- 21. Ryl G. The concept of mind. London: Hutchinsone, 1949
- Sperling G. The information available in brief visual presentations// Psychological Monograph. 1960. Vol. 74.
- 23. *Tulving E.* Episodic and semantic memory // Tulving E., Donaldson W. Organization of memory. N.Y., 1972.

- Education in the Republic of Belarus: legal regulation: collection of standards. legal acts / comp.: I. V. Titovich [et al.]. Minsk: Riga: Center for Occupational Safety and Industrial Safety, 2007–2023.
- Serebryakova N.G. Educational technologies and control of learning outcomes in a new concept of engineering education // Educational technologies (Moscow). 2022. No. 2. pp. 67–78.
- Serebryakova N.G. Design of a new generation engineering education system. Moscow: Public Education, 2021. 184 p.
- Serebryakova N.G. The structure of engineering knowledge and the conceptual framework of the discipline // Educational technologies (Moscow). 2021. No. 4. pp. 35–48.
- Serebryakova, N.G., Mirilenko A.P. Statistical methods of analysis and planning. the experiment: an educational and methodological guide. Minsk: BGATU, 2022. 104 p.
- 9. Thorndyke E. Principles of learning based on psychology. M.: Yurait, 2022. 270 p.
- Finn V.K. Application of intelligent systems in the study of society. Methods of logic and artificial intelligence in humanitarian knowledge, the structure of intellectual systems and the social consequences of their use. Moscow: URSS, 2021. 352 p.
- Kholodnaya M.A. Psychology of conceptual thinking: from conceptual structures to conceptual abilities. Russian Academy of Sciences, Institute of Psychology. M.: Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences, 2012. 287 p.
- 12. Shatalov V.F. Teach everyone, teach everyone. M. Pedagogical search, 1987. pp. 159–167.
- Atkinson R. Human memory and the learning process. Published in the journal "Psychology of Learning and Motivation", 1980. 528 p.
- Baddeley A.D. Is working memory still working? // American psychologist. 2001. Volume 56. pp. 851–864.
- Bahrik H.P., Bahrik P.O. and Wittinger R.P. Fifty years of memory for names and faces: an integrated approach // Journal of Experimental Psychology: General. 1975. Volume 104. pp. 54–75.
- Bartlett F.S. Memorization: a study in the field of experimental and social psychology. Cambridge: Cambridge University Press, 1932.
- 17. Ebbinghaus H. About how to learn. Leipzig, 1985.
- Hattie John A.S. Visual education. London, New York: Routledge, 2010. 477 p. [Etty John A.S. Visible research: analysis of more than 50,000 sources with coverage of more than 86 million users / Johnty; [translated by N.V. Selivanov]. Moscow: National Education, 2017. 495 p.].
- Lang T. How to present statistical data in medicine. 2nd ed. Philadelphia: American College of Physicians, 2010. 477 p.
- 20. Moray N., Barnett T., Bates A. Experiments on a foureared man // Journal of the American Acoustic Society. 1964. Volume 38. pp. 209–212.
- 21. Ryl G. The concept of mind. London: Hutchinston,
- 22. Sperling G. Information available in brief visual presentations // Psychological monograph. 1960. Vol. 74.
- Tulving E. Episodic and semantic memory // Tulving E., Donaldson W. Organization of memory. New York, 1972.