

МЕТОДИКА ВЫКЛАДАНИЯ ИНФАРМАТЫКІ

Весті БДПУ. Серыя 3. 2022. № 4. С. 30–36

УДК 004.942(001.57)

UDC 004.942(001.57)

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ИСТОН» В ИССЛЕДОВАНИИ КОГНИТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX «ISTON» IN STUDYING COGNITIVE ABILITIES OF STUDENTS

Н. И. Быковская,
*старший преподаватель кафедры
информатики и методики преподавания
информатики Белорусского
государственного педагогического
университета имени Максима Танка;*

И. Н. Демченко,
*преподаватель кафедры информатики
и методики преподавания информатики
Белорусского государственного
педагогического университета
имени Максима Танка;*

А. Ф. Климович,
*кандидат педагогических наук,
декан физико-математического
факультета Белорусского
государственного педагогического
университета имени Максима Танка;*

С. И. Чубаров,
*кандидат физико-математических
наук, доцент кафедры информатики
и методики преподавания информатики
Белорусского государственного
педагогического университета
имени Максима Танка*

N. Bykovskaya,
*Senior Teacher of the Department
of Informatics and Methods of
Teaching Informatics, Belarusian
State Pedagogical University
named after Maxim Tank;*

I. Demchenko,
*Teacher of the Department
of Informatics and Methods of
Teaching Informatics, Belarusian
State Pedagogical University
named after Maxim Tank;*

A. Klimovich,
*PhD in Pedagogy, Dean
of the Faculty of Physics
and Mathematics, Belarusian
State Pedagogical University
named after Maxim Tank;*

S. Chubarov,
*PhD in Physics and Mathematics,
Associate Professor of the Department
of Informatics and Methods
of Teaching Informatics, Belarusian
State Pedagogical University
named after Maxim Tank*

Поступила в редакцию 19.12.22.

Received on 19.12.22.

В статье рассматривается концептуальная модель «образного» Интернета как элемента образно-ориентированного обучения. Раскрывается специфика применения аппаратно-программного комплекса «ИСТОН» для исследования когнитивных особенностей обучающихся. Для выявления персонализированной информации об обучающихся предложен алгоритм формирования и использования карт кругового осмотра учебных 3D-моделей «образного» Интернета. К геометрическим признакам 3D-моделей добавлены карты кругового осмотра, позволяющие выявить наилучший ракурс восприятия исследуемой модели.

Ключевые слова: 3D-технология, учебная 3D-модель, «образный» Интернет, карта кругового осмотра, траектория осмотра, образно-ориентированное обучение.

The article considers the conceptual model of the «figurative» Internet as an element of image-oriented learning. The specifics of using the hardware-software complex «ISTON» to research the cognitive characteristics of students is revealed. To identify personalized information about students, an algorithm of the formation and use of circular inspection maps of educational 3D models of the «figurative» Internet is proposed. Circular inspection

maps have been added to the geometric features of 3D models, which makes it possible to identify the best perspective for the perception of the model under study.

Keywords: 3D-technology, training 3D model, «figurative» Internet, circular inspection map, inspection trajectory, figurative-oriented learning.

Введение. Проблематика восприятия информации обучающимися исследуется психологами и педагогами достаточно давно (Ж. Пиаже, Б. Г. Ананьев, А. Н. Леонтьев, В. В. Давыдов, Д. Б. Эльконин, Л. В. Занков, Л. Я. Зорина, Н. С. Рождественский, Т. Г. Рамзаева и др.). Ученые отмечают важность наглядности в формировании психических процессов обучающихся, в активизации их мыслительной деятельности, в формировании способности моделировать и создавать знаково-символическую наглядность в процессе освоения теоретических знаний для их систематизации.

Согласно операциональной концепции интеллекта (Ж. Пиаже), информация, воспринимаемая человеком, проходит несколько этапов: сенсомоторный, символический, логический, лингвистический. При традиционной форме проведения занятия сенсомоторный этап практически отсутствует, поскольку учебный материал представляется на лексическом уровне с некоторым обращением к символическому этапу (например, инфографика). В этом кроется одна из причин затруднения восприятия изучаемого материала. Без сенсомоторного этапа процесс обучения не может быть полнофункциональным. Дополнение традиционных форм учебного материала визуальными образами позволяет усилить восприятие учебной информации и вовлечь обучающегося в креативный образовательный процесс [1–4].

Технологические инновации, Интернет и 3D-технологии создали уникальный виртуальный мир, изменив привычные способы обучения. Это создало предпосылки для перехода образовательного процесса на образное представление информации, которое становится одним из главных средств подачи учебного материала. Следовательно, «образность», в основе которой моделирование и прототипирование становятся одной из инновационных образовательных информационных технологий, направленной на достижение более высокого уровня мотивационной составляющей процесса обучения и на усовершенствование существующей методи-

ки использования учебных 3D-моделей в контексте различных учебных дисциплин [5; 6].

Под технологией образности нами понимается образовательная технология, обусловленная дидактическими возможностями «образного» Интернета, целью которой является осознанное включение обучающихся в решение проблемных задач [5]. Применение данной технологии на базе готовых реальных и виртуальных учебных моделей в образовательном процессе стимулирует у учащихся интерес к получению знаний, способствует развитию пространственного мышления, формированию умений конкретизировать, систематизировать, классифицировать, сравнивать учебную информацию. Технологичность реализуется комплексно: на уровне индивидуального подхода (формирование учебной траектории обучаемыми) и методических рекомендаций преподавателя (а не жесткого распределения этапов изучения объекта или явления). Преподаватель не только выполняет свои профессиональные задачи, но и переходит в роль фасилитатора, становясь активным и объективным участником процесса обучения, выстраивая вместе с обучающейся аудиторией траекторию по выполнению поставленных образовательных целей и задач.

Представление об объекте (явлении) можно приобрести путем изучения самого объекта, реальной модели изучаемого объекта и его виртуальной интерпретации (3D-модели). Изучение 3D-моделей адаптировано под мотивационный аспект обучаемых: в отличие от двухмерных изображений, учебная 3D-модель вариабельна при просмотре. В образовательный процесс включается элемент интерактивности (учебного взаимодействия), участниками которого являются обучаемый, преподаватель, учебная 3D-модель.

Процесс изучения трехмерного объекта обусловлен следующими факторами: физика объекта, явления (С. Я. Килин), физиология зрения и руки (В. А. Кульчицкий), когнитивный мотив (Г. В. Лосик) [7]. Использование данных факторов становится актуальным в образовательном процессе, так как

они направлены на обнаружение связей между содержанием и предметными областями и позволяют распознавать индивидуальные мотивы изучения учебных 3D-моделей обучающимися.

«Образный» Интернет как элемент образно-ориентированного обучения. «Образный» Интернет представляет собой банк учебных 3D-моделей и соответствующих карт кругового осмотра моделей обучающимися (рисунок 1). Дополняя процесс обучения, «образный» Интернет позволяет изменить

траекторию учебного познания: изучается не сам объект, а его прототип в виде учебной 3D-модели, результат исследования переносится с модели на изучаемый объект. При осмотре виртуального трехмерного объекта обучающемуся предоставляется больше степеней свободы по выбору ракурса осмотра, чем при осмотре реального трехмерного физического объекта, что позволяет исследовать структуру (свойства) объекта, моделировать его расположение, что сложно осуществить в реальных условиях [5].

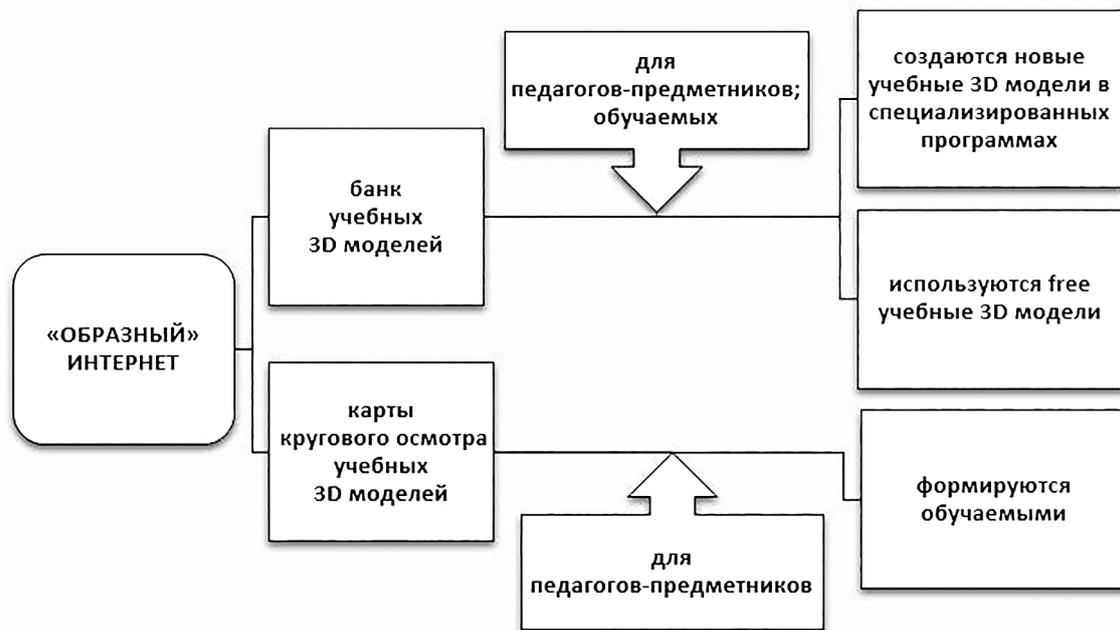


Рисунок 1 – Концептуальная модель «образного» Интернета

Основу рассматриваемого «образного» Интернета составляет информационно-методическое обеспечение, состоящее из электронных учебно-методических баз (банк учебных 3D-моделей) и программных средств регистрации, хранения, поиска и обработки информации об учебных 3D-моделях. Банк учебных 3D-моделей формируется из свободно (free) распространяемых виртуальных моделей и моделей, создаваемых обучающимися и преподавателями в профессиональном свободном открытом программном обеспечении (Blender, 3D Paint) [5].

Формирование карт кругового осмотра. Для выявления у учащихся индивидуальных мотивов изучения учебных 3D-моделей нами использовался аппаратно-программный комплекс «ИСТОН», позволяющий формировать персонализированную трехмерную

карту кругового осмотра объекта (рисунок 1), где задействуются визуальный и физиологический каналы. Физиологическим каналом в нашем эксперименте выступала рука. Ее моторика помогает визуальному каналу восприятия видеоинформации наносить спектрограмму на сферическую карту с записью траектории осмотра.

Приоритет при восприятии в динамике отдается не конкретным точкам на объекте, а его наилучшему ракурсу восприятия. Обучающийся формирует образ объекта с помощью специальных перцептивных приемов при осмотре. В итоге обучающийся может формировать мысленные представления о виде объекта с разных его ракурсов и мысленные его повороты. С помощью этих перцептивных приемов формируется субъективная карта кругового осмотра 3D-объекта (рисунок 2а).

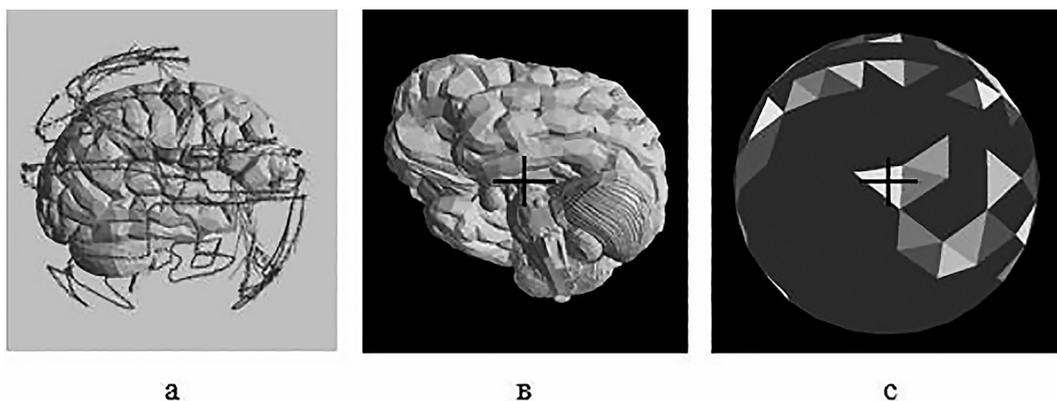


Рисунок 2 – Субъективная карта кругового осмотра 3D объекта
(а – карта кругового осмотра, в – 3D объект, с – карта притяжения)

Топология внешних маршрутов кругового осмотра объекта запоминается в трехмерном пространстве. Обычно его форма при цифровом моделировании задается поверхностью в 3D-пространстве. Модель объекта (рисунок 2в, символом «+» на рисунке обозначен ракурс наблюдения) описана сферой, на которой в пространстве задается позиция наблюдателя, в виде N опорных точек, однозначно привязанных к рассматриваемому объекту (рисунок 2с, треугольники, «+» на рисунке – ракурс наблюдения).

По мере кругового осмотра объекта с разных сторон обучающийся принимает текущее решение о следующем целесообразном маневре в траектории осмотра и, достигнув очередной информативной позиции в осмотре, совершает «фотографирование» вида объекта с этой уникальной позиции. Поэтому в образе запечатлеваются опорные точки процесса кругового осмотра. Опорные точки между собой скрепляет векторный скелет в виде топологической фигуры траектории осмотра, которая хранит диспозицию в трехмерном пространстве взаиморасположения указанных опорных точек.

Поверхность сферы разбита на 512 равнозначных участков (рисунок 2с, треугольники), в которых регистрируется время наблюдения объекта. Визуализация ракурсов внимания осуществляется на поверхности сферы за счет изменения интенсивности подсветки. Для того чтобы увидеть интересное место на объекте, необходимо повернуть трехмерную карту кругового осмотра таким образом, чтобы интересующий участок на поверхности сферы был спроецирован на объект. Формирование проек-

ции происходит по принципу образования тени данного участка сферы на трехмерном объекте. Так как каждый из 512 участков сферы находится на расстоянии от трехмерного объекта, то проецирование происходит по азимуту, т. е. наблюдается световое зеркальное отражение внимания на объекте.

В ходе осмотра объекта внимание обучающегося задерживается на времени (t) в ракурсе осмотра пропорционально интересу к конкретному месту на поверхности трехмерного объекта. Для исключения влияния времени просмотра (быстро и медленно был осуществлен просмотр) была проведена нормировка по времени и получены относительные значения времени $t_{отн}$ осмотра того или иного ракурса. Дальнейшее статистическое усреднение $t_{отн}$ осмотра объекта позволяет сформировать карту кругового осмотра объекта различными субъектами как 512-гранную сферу с 512 значениями времени задержки внимания в каждом треугольнике. Среднестатистическая карта кругового осмотра объекта представлена в базе данных значениями времени $t_{отн}$ прохождения маршрута осмотра через каждый из участков, на которые была разбита сфера осмотра объекта.

Первоначальный эксперимент по регистрации карт кругового осмотра объектов показал нестабильность маршрута осмотра. Установлено, что вариативность возникает вследствие трех факторов: физики объекта, физиологии руки и зрения испытуемого, сменяющихся в ходе осмотра психологических замыслов человека (посмотреть за горизонт, приблизиться к точке интереса).

С учетом данных факторов разработан алгоритм поэтапной отфильтровки из «сырой» траектории физической и физиологической составляющих, нахождения остатка как психологической детерминанты.

Для декомпозиции вариативности карты кругового осмотра объекта была составлена логическая схема отделения (рисунок 3) физической и физиологической детерминант вариативности от когнитивных детерминантов.

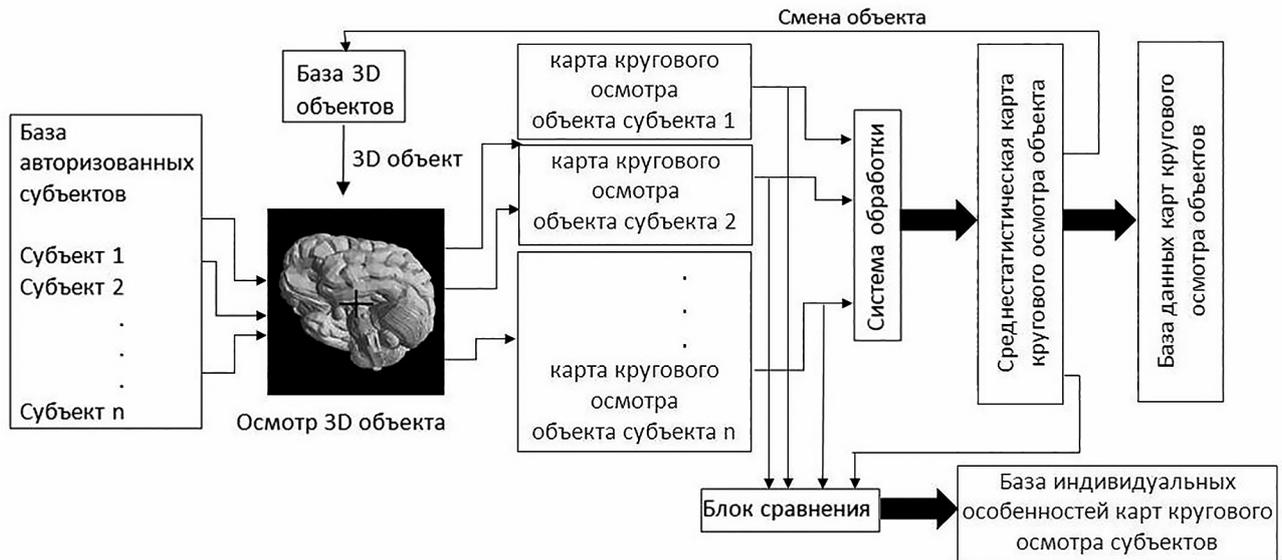


Рисунок 3 – Логическая схема декомпозиции вариативности

Стабильность маршрута, которая детерминируется физикой объекта, было решено выявлять путем повторения эксперимента с разными обучающимися, но с одним и тем же объектом. Далее рассчитывалась индивидуальность карты кругового осмотра объекта для каждого обучающегося, которые формируют базу данных индивидуальных отличий осмотра объекта.

Спектр времени притяжения внимания как когнитивный мотив. Из полученных карт кругового осмотра был рассчитан обобщенный спектр притяжения внимания у всей группы обучающихся в виде гистограммы зависимости времени притяжения внимания ($t_{отн}$) от координат треугольников на поверхности сферы (объекте) (рисунок 4).

В ходе эксперимента обучающимся (86 студентов) было предложено для изучения десять переменных виртуальных 3D-моделей. Каждый испытуемый изучал модель путем вращения посредством манипулятора графической информации. В этом случае испытуемый не мог планировать какие-либо инструментальные действия с объектом, так как не имел ощущений веса объекта, центра тяжести, его агрегатного состояния, шероховатости, температуры,

эластичности. Он осматривал объект, руководствуясь когнитивными мотивами.

Среднестатистический спектр притяжения внимания объекта был представлен значениями времени $t_{отн}$ прохождения маршрута осмотра через каждый из 512 треугольников. Значение времени $t_{отн}$ в 512 позициях, на которые разбита поверхность осмотра, было названо спектром времени притяжения внимания к разным местам поверхности объекта.

Данный обобщенный спектр внимания правомерно считать «психологическим рисунком» данного объекта. Местоположение всплесков относительно позиции треугольников на оси X в обобщенном спектре показало, что в спектре имеются не только два-три, а и больше мест на поверхности, которые соответствуют местам повышенного внимания. Это значит, что испытуемые выбрали эти места в качестве точек интереса. Анализ карты кругового осмотра позволяет установить количество пиков внимания за просмотр разными испытуемыми. Большое количество пиков внимания свидетельствует о высокой вовлеченности и привлекательности 3D-модели. Можно отделить количество пиков внимания за просмотр, по сравнению

с другими испытуемыми или неким эталоном, потом исследовать поведение испытуемого в этом сегменте в отличие от другого или эталона. При большом количестве пиков внимания на одну статическую область модели трехмерного объекта необходимо переосмотреть интерактивный дизайн модели для более легкого восприятия. Если испытуемые не видят важный элемент изучаемого объекта, то необходимо представить трехмерный объект таким образом, чтобы заострить внимание на нем при начальном ракурсе осмотра (установить маркер). Маркером трехмерной модели может выступать заранее запрограммированное место, которое должен изучить испытуемый при осмотре.

Ракурс повышенного внимания выбирается испытуемым индивидуально, но на его вы-

бор влияет три физические характеристики трехмерных объектов: шарообразные, кубообразные, сложносоставные, а также оказывают влияние оптические свойства поверхности объекта. На основе корреляционного исследования был проведен поиск причинно-следственных зависимостей по вышеуказанным параметрам. Нами выявлено наличие корреляций между формами, структурой изучаемых объектов и специализацией студентов: обучающиеся естественно-научного профиля более детально изучали содержательную компоненту, обучающиеся гуманитарного профиля в большей мере изучали внешний вид и визуальные признаки изучаемой модели. Это подчеркивает, что в данной среде познавательные процессы соответствуют тому, что имеется в реальных условиях.

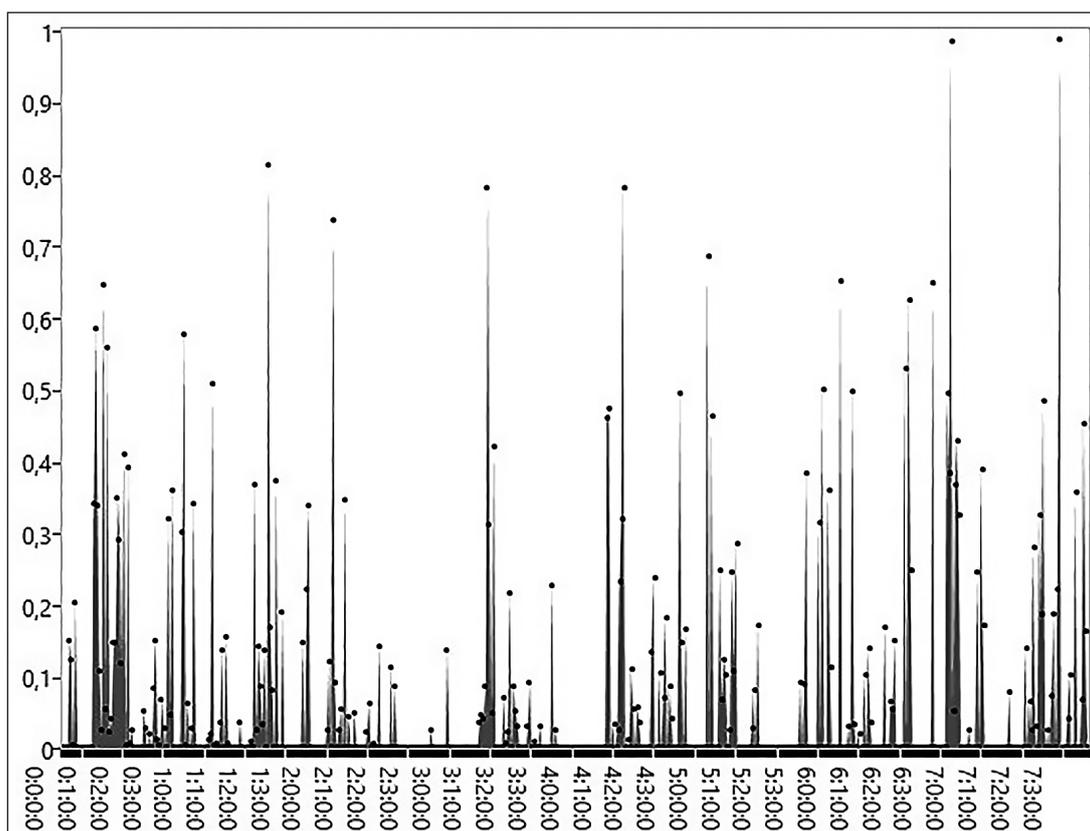


Рисунок 4 – Гистограмма времени притяжения внимания

Заключение. Преимущество использования аппаратно-программного комплекса «ИСТОН» заключается в возможности автоматической оцифровки и представления времени притяжения внимания в виде гистограммы с указанием точных координат пика внимания.

Применительно к образовательному процессу «образный» Интернет на базе учеб-

ных 3D-моделей, с добавлением к их геометрическим признакам траектории осмотра в поиске наилучшего ракурса их представления, в итоге позволяет понять когнитивные особенности обучающихся. На основе этого проводится оптимизация эргономики представления учебных 3D-моделей в визуальном аспекте «образного» Интернета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорока, О. Г. Визуализация учебной информации / О. Г. Сорока, И. Н. Васильева [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://elib.bspu.by/bitstream/doc/10693/1/Soroka_PS_12_2015.pdf. – Дата доступа : 20.11.2022.
2. Жан Пиаже: теория, эксперименты, дискуссии [Электронный ресурс] Научная педагогическая электронная библиотека. – Режим доступа : http://elib.gnpbu.ru/text/piazhe-teoriya--diskussii_2001/go,288;fs,1/ – Дата доступа : 20.11.2022.
3. Пиаже, Ж. Преподавание математики / Ж. Пиаже [Электронный ресурс]. Научная педагогическая электронная библиотека. – Режим доступа : http://elib.gnpbu.ru/text/piazhe_prepodavanie-matematiki_1960/go,150;fs,1/ – Дата доступа : 20.11.2022.
4. Операциональная концепция интеллекта [Электронный ресурс]. Библиотека по психологии. – Режим доступа : <http://psychologylib.ru/books/item/f00/s00/z0000000/st019.shtml>. – Дата доступа : 20.11.2022.
5. Чубаров, С. И. «Образный» Интернет – современные инновации в образовании / С. И. Чубаров, Н. И. Быковская, И. Н. Демченко // Физико-математическое образование: цели, достижения и перспективы: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20–21 октября 2022 г. / Белорус. гос. пед. ун-т им. М. Танка; редкол. С. И. Василец, А. Ф. Климович (отв. ред.), В. Р. Соболев [и др.]. – Минск : БГПУ, 2022. – С. 402–405.
6. Татаринцева, Т. И. Использование виртуальных моделей на занятиях по инженерной графике / Т. И. Татаринцева, В. А. Селезнев, Н. Л. Жемоедова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – Режим доступа : <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11360>. – Дата доступа : 20.11.2022.
7. The Participation of View in the Perception of Object with the Variative Shape / G. Losik [et al.] // World Journal of Ophthalmology & Vision Research August 14, 2019. – P. 2–6.

REFERENCES

1. Soroka, O. G. Vizualizaciya uchebnoj informacii / O. G. Soroka, I. N. Vasil'eva [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : http://elib.bspu.by/bitstream/doc/10693/1/Soroka_PS_12_2015.pdf. – Data dostupa : 20.11.2022.
2. Zhan Piazhe: teoriya, eksperimenty, diskussii [Elektronnyj resurs] Nauchnaya pedagogicheskaya elektronnyaya biblioteka. – Rezhim dostupa : http://elib.gnpbu.ru/text/piazhe-teoriya--diskussii_2001/go,288;fs,1/ – Data dostupa : 20.11.2022.
3. Piazhe, Zh. Prepodavanie matematiki / Zh. Piazhe [Elektronnyj resurs]. Nauchnaya pedagogicheskaya elektronnyaya biblioteka. – Rezhim dostupa : http://elib.gnpbu.ru/text/piazhe_prepodavanie-matematiki_1960/go,150;fs,1/ – Data dostupa : 20.11.2022.
4. Operacional'naya koncepciya intellekta [Elektronnyj resurs]. Biblioteka po psihologii. – Rezhim dostupa : <http://psychologylib.ru/books/item/f00/s00/z0000000/st019.shtml>. – Data dostupa : 20.11.2022.
5. Chubarov, S. I. «Obraznyj» Internet – sovremennye innovacii v obrazovanii / S. I. Chubarov, N. I. Bykovskaya, I. N. Demchenko // Fiziko-matematicheskoe obrazovanie: celi, dostizheniya i perspektivy: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk, 20–21 oktyabrya 2022 g. / Belorus. gos. ped. un-t im. M. Tanka; redkol. S. I. Vasilec, A. F. Klimovich (otv. red.), V. R. Sobol' [i dr.]. – Minsk : BGPU, 2022. – S. 402–405.
6. Tatarinceva, T. I. Ispolzovanie virtual'nyh modelej na zanyatiyah po inzhenernoj grafike / T. I. Tatarinceva, V. A. Seleznev, N. L. Zhemoedova // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2013. – № 6. – Rezhim dostupa : <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11360>. – Data dostupa : 20.11.2022.
7. The Participation of View in the Perception of Object with the Variative Shape / G. Losik [et al.] // World Journal of Ophthalmology & Vision Research August 14, 2019. – P. 2–6.