

УДК 378:004.94

UDC 378:004.94

**ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ОРГАНИЗАЦИИ МЕТОДИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ
К ОБУЧЕНИЮ УЧАЩИХСЯ
ОСНОВАМ КОМПЬЮТЕРНОГО
ИНФОРМАЦИОННОГО
3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ****DIDACTIC FEATURES
OF ORGANIZATION
OF METHODOICAL TRAINING
OF STUDENTS FOR TEACHING
PUPILS THE BASES
OF COMPUTER INFORMATIONAL
3D MODELING****С. И. Зенько,***кандидат педагогических наук, доцент
кафедры информатики и методики пре-
подавания информатики Белорусского
государственного педагогического
университета имени Максима Танка;***Т. С. Цвилик,***педагог дополнительного
образования ГУО «Дворец детей
и молодежи "Золак" г. Минска»***S. Zenko,***PhD in Pedagogics, Associate Professor
of the Department of Informatics and
Methods of Teaching Informatics,
Belarusian State Pedagogical University
named after Maxim Tank;***T. Tsvilik***Teacher of Secondary
Training of SEE "Palace of Children
and Youth "Zolak" of Minsk city"*

Поступила в редакцию 15.05.20.

Received on 15.05.20.

Компьютерное информационное 3D-моделирование – новая составляющая современного общего школьного курса информатики в Беларуси. В статье рассматриваются дидактические особенности организации методической подготовки студентов к обучению учащихся основам такого моделирования. К дидактическим особенностям авторы относят организацию деятельности студентов, направленную на: работу с понятиями компьютерного информационного 3D-моделирования; проведение сравнительного анализа современных программных средств компьютерного 3D-моделирования; выполнение демонстрационных учебных заданий в 3D-редакторе SketchUp; использование системы диагностических упражнений на определение у учащихся 9 классов начального уровня восприятия 3D-объектов.

Ключевые слова: методика преподавания информатики, будущий учитель информатики, деятельностно-семантический подход, компьютерное информационное моделирование, 3D-моделирование, 3D-модель.

Computer informational 3D modeling is a new constituent of modern general school curriculum of Informatics in Belarus. The article considers didactic features of organization of methodical training of students to teaching pupils the bases of such modeling. According to the authors, didactic features include organization of activity of students directed towards: working with notions of computer informational 3D modeling; conducting the comparing analysis of modern programming means of computer 3D modeling; completing demonstrational learning tasks in 3D-editor SketchUp; using the system of diagnostical exercises for defining the elementary level of perceiving 3D objects by pupils of the 9th grade.

Keywords: methods of teaching Informatics, future Informatics teacher, activity-semantic approach, computer informational modeling, 3D modeling, 3D model.

Введение. Компьютерное информационное моделирование как часть содержания школьной информатики было определено с начального этапа развития учебного предмета «Информатика». С учетом развития цифровых устройств и компьютерных технологий осуществляется естественным путем и развитие перечня учебно-практических заданий. Так, в отечественных учебных пособиях нового поколения по информатике [12,

13], в рамках содержательной линии «Информационное моделирование» предполагается рассмотрение с учащимися 9 и 11 классов различных аспектов моделирования в ряде задач.

В 9 классе – это задача роста и убывания; задача определения температурного режима; задача выбора положения железнодорожной станции; задача полета тела, брошенного под углом к горизонту; задача моде-

лирования средствами текстового процессора; задача проектирования строений и задача движения мотоцикла.

В 11 классе – это задача на моделирование случайных событий; задачи на вычисление значения числа π и площади произвольной плоской фигуры методом Монте-Карло; задачи на моделирование динамики численности популяций; задачи на 3D-моделирование интерьеров; задачи на рассмотрение экономических аспектов и задачи на моделирование движения тела в воздухе.

Перечень приведенных задач убедительно демонстрирует существенное развитие содержательной линии «Информационное моделирование» в общей подготовке учащихся по информатике и важности модернизации процесса методической подготовки студентов к обучению учащихся основам компьютерного информационного моделирования.

Вместе с тем считаем необходимым подчеркнуть, что в рассматриваемом содержании появился и ряд принципиально новых задач. В частности, речь идет о компьютерном информационном 3D-моделировании.

Изначально данное направление на протяжении долгого времени развивалось в основном в учреждениях дополнительного образования. В настоящее время этот процесс продолжается как на государственных, так и на коммерческих площадках этого сегмента системы образования [14, 16, 17]. До 2019 года в общеобразовательных школах Беларуси это содержание рассматривалось лишь на факультативных занятиях [9]. Однако современное развитие технологий и ресурсов для работы с 3D-моделями позволяет изучать основы компьютерного 3D-моделирования в школе со всеми учащимися в рамках базового курса информатики. Поэтому, начиная с 2019/20 учебного года, тема «3D-моделирования на уроках информатики» включена в программу 9 класса на основе программы Google SketchUp [13, 18, 19] и получит свое развитие в 11-м классе.

Таким образом, на сегодняшний день формируется новая тенденция, при которой знания, связанные с компьютерным информационным 3D-моделированием и полученные на уроках информатики в 9 классе, выступают пропедевтическими для учебных предметов «Черчение» и «Математика» (раздел «Стереометрия») в 10 классе. Это ставит

перед учителями информатики дополнительные задачи, направленные на эффективную организацию процесса обучения учащихся рассматриваемой темы при реализации как внутрипредметных, так и межпредметных связей.

Основываясь на исследованиях по методике преподавания информатики [1, 2, 15 и др.] и в контексте деятельностно-семантического подхода [5, 10 и др.], организация методической подготовки студентов к обучению учащихся основам компьютерного информационного 3D-моделирования должна включать:

- подготовительную работу с понятиями темы содержательной линии «Информационное моделирование» и определением места и взаимосвязей понятий компьютерного информационного 3D-моделирования в этой содержательной линии, а также на уровнях внутрипредметных и межпредметных связей;
- сравнительный анализ современных программных средств для работы с компьютерными 3D-моделями;
- разбор и выполнение демонстрационных учебных заданий для студентов, позволяющих им получить представление о возможностях 3D-редактора SketchUp и способах разработки практических заданий для учащихся;
- разработку и использование системы диагностических упражнений для учащихся 9 классов, направленной на определение у них начального уровня восприятия 3D-объектов.

Рассмотрим подробнее по каждому из направлений дидактические особенности организации методической подготовки студентов к обучению учащихся основам компьютерного информационного 3D-моделирования.

Понятия компьютерного информационного 3D-моделирования.

Подготовительную работу студентов с понятиями содержательной линии «Информационное моделирование» включает:

во-первых, определение сущности основных понятий («объект моделирования», «модель», «3D-модель», «моделирование», «информационное моделирование», «компьютерное информационное моделирование», «компьютерное информационное 3D-моделирование») на основании анализа учебных пособий [4, 12, 13], научных [3] и методических публикаций [1, 5, 11, 15];

во-вторых, конструирование семантической сети понятий темы для 9 класса, для 11 класса, а также семантической сети понятий темы в целом и выявление преемственных взаимосвязей между их элементами [6];

в-третьих, разработку денотатных графов для осуществления учебной практико-ориентированной деятельности с учащимися при работе с ключевыми понятиями темы конкретного урока [6];

в-четвертых, классификацию понятий компьютерного информационного 3D-моделирования на уровне определения, какие из понятий являются внутрисодержательными и междоержательными [7], а также внутрипредметными и междпредметными [8].

Программные средства для работы с компьютерными 3D-моделями. Для формирования у студентов системного целостного представления о программных средствах для работы с компьютерными 3D-моделями и подготовкой их к осознанному выбору оптимального (с их точки зрения) для организации процесса изучения с учащимися основ компьютерного информационного 3D-моделирования студентам можно предлагать проведение исследований в рамках курсовых и дипломных проектов. Также целесообразно на занятиях отдельных учебных дисциплин («Компьютерная графика», «Информационные технологии в образовании», «Методика преподавания информатики», «Технологии программирования и методы алгоритмизации» и др.) хотя бы на двух-трех примерах современных прикладных программных средств проводить сравнительный анализ их достоинств и недостатков для решения определенных практических задач, соответствующих специфике учебной дисциплины. В таблице 1 представлен пример проведенного

сравнительного анализа пяти свободно распространяемых и имеющих русифицированную версию программных средств SketchUp, Blender, Wings 3D, Sweet Home 3D и 3D Studio Max для работы с компьютерными 3D-моделями. При этом во внимание были взяты такие критерии, как: предназначение (то есть основное направление, для которого предназначено данное прикладное обеспечение); операционные системы, позволяющие осуществлять работу с редактором; критические факторы (то есть то, что в первую очередь может повлиять на решения отказаться от использования конкретного программного средства); типы файлов, которые могут быть использованы как для чтения, так и для создания с последующим сохранением.

Поскольку в данной статье мы рассматриваем дидактические особенности организации именно методической подготовки студентов, из сравнительного анализа свободного программного обеспечения для обучения учащихся основам компьютерного информационного 3D-моделирования можно сделать вывод, что предпочтение следует отдать именно SketchUp. Этот 3D-редактор является сравнительно более простым в освоении. Интерфейс программы достаточно прост и, как показала практика, достаточно быстро воспринимается начинающими пользователями. Для решения многих типовых задач работы с 3D-моделями имеющегося инструментария достаточно. Также следует отметить поддержку работы с горячими клавишами не только на уровне ранее определенных разработчиками, но и на уровне самостоятельного назначения пользователями, также предусмотрены клавиши для включения/выключения инструментов.

Таблица 1 – Сравнительный анализ свободно распространяемых версий программных средств для работы с компьютерными 3D-моделями

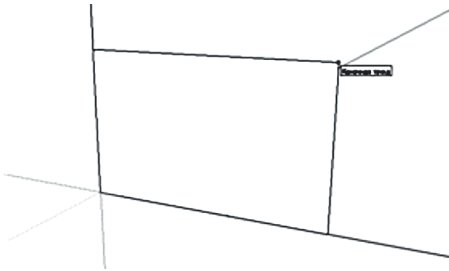
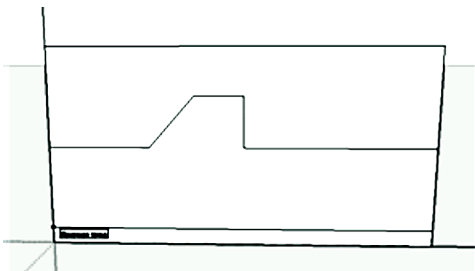
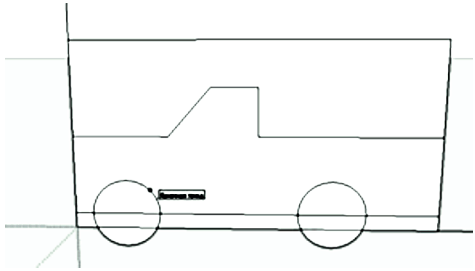
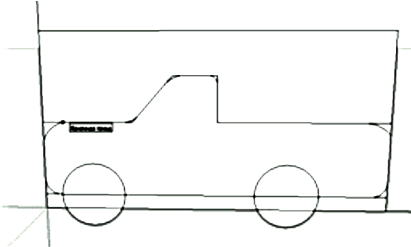
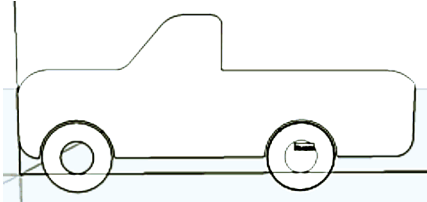
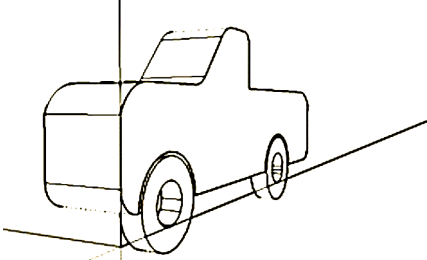
Критерии сравнения	SketchUp	Blender	Wings 3D	SweetHome 3D	3D Studio Max
Основное назначение	Программа для моделирования относительно простых трехмерных объектов, строений, мебели, интерьера	Редактор создания персонажей и интерактивных игр	Программа для создания трехмерных игровых персонажей	Программа для моделирования интерьера, архитектурной визуализации жилых пространств и плана дома	Программа для создания компьютерных игр, интерьера, визуализации

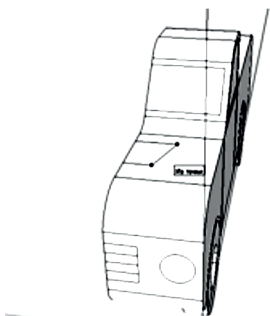
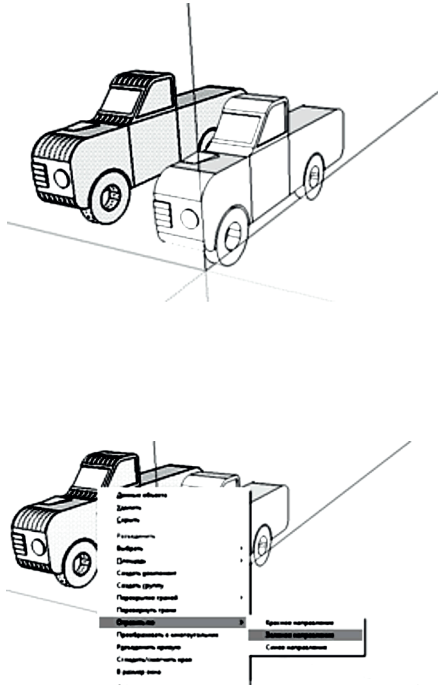
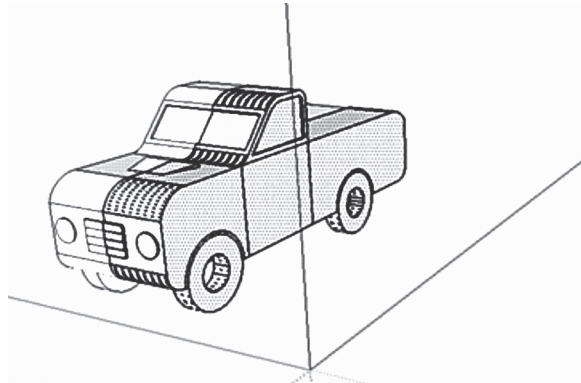
Критерии сравнения	SketchUp	Blender	Wings 3D	SweetHome 3D	3D Studio Max
ОС	Windows, Mac OS X	Windows, Mac OS X, Linux	Windows, Mac OS X, Linux	Linux, Windows, Mac OS X, Solaris	Windows
Критические факторы	Невозможно одновременно манипулировать группой вершин; окна проекции не поддерживают прозрачных теней из прозрачных материалов	Сложное графическое меню; отсутствие документации в базовой поставке; сложность освоения всех возможностей редактора из-за многообразия функций и инструментов; неудобное переключение между задачами; непроработанное текстурирование; сложность настройки интерфейса	Программа создана для полигонального моделирования и текстурирования моделей; отсутствие анимации; необходимость выполнения всех действий с объектом с помощью мыши	Требует достаточно мощных ресурсов компьютера; отсутствует возможность создавать многоэтажные здания; сравнительно небольшое количество поддерживаемых форматов данных и количество библиотечных текстур	Программа требует хороших начальных знаний и навыков у разработчика; также высокие требования к производительности компьютера
Читаемые типы файлов	.3ds, .dwg, .ddf, .jpg, .png, .bmp, .psd, .obj	.blend, .obj, .dae, .Alembic, .3ds, .fbx, .bvh, .ply, .x3d и .stl	.3ds, .ai, .lwo, .obj, .eps, и .stl	.svg, .pdf, .obj	.fbx, 3ds, .ai, .ase, .atr, .blk, .dae, .df, .dwf, .dwg, .dxf, .lay, .stl
Создаваемые типы файлов	.skp, .3ds, .dwg, .ddf, .jpg, .png, .bmp, .psd, .obj, .mxs, .atl, .dae, .b3d	.blend, .obj, .dae, .Alembic, .3ds, .fbx, .bvh, .ply, .x3d, .stl	.3ds, .ai, .lwo, .obj, .stl, .vrmf, .dae	.obj, .dae, .3dsS	.max, .chr, .avi, .bmp, .cin, .eps, .exr, .hdr, .jpeg, .png, .rgb, .rla, .rpf, .dds, .tga

Демонстрационные учебные задания для студентов, позволяющие им получить представление о возможностях 3D-редактора SketchUp. При разработке демонстрационных учебных заданий для студентов к занятию в рамках учебной дисциплины «Методика преподавания информатики» мы руководствовались учебно-методическими целями, направленными на: 1) формирование у студентов понятийного аппарата с учетом конкретного программного средства – 3D-редактора SketchUp; 2) комплексное знакомство студентов с инструмен-

тами в сравнительно ограниченное время в рамках одной лабораторной работы; 3) развитие умений студентов, предполагающих самостоятельное конструирование 3D-модели одного целостного объекта из повседневной жизни; 4) формирование у студентов представления об одном из возможных приемов организации упражнений для учащихся в виде таблиц-инструкций. Ниже приведены примеры демонстрационных учебных заданий для студентов и фрагмент таблицы-инструкции (таблица 2) для выполнения одного из заданий.

Таблица 2 – Фрагмент таблицы-инструкции с визуализацией этапов выполнения задания 1

Пояснения к этапам	Инструменты	Изображение
С помощью инструмента «Прямоугольник» создаем произвольный прямоугольник в плоскости xOz	Прямоугольник	
С помощью инструмента «Линия» на данном прямоугольнике создаем форму будущего автомобиля. Используя инструмент «Орбита», выбираем удобное расположение камеры для проектирования	Линия, Орбита	
Выбрав инструмент «Окружность», изображаем колеса машины. Чтобы колеса были одинакового размера, можно создать одно колесо и скопировать его или создать два отдельных колеса, вводя одинаковый радиус с клавиатуры	Окружность	
С помощью инструмента «Дуга» сглаживаем все резкие переходы модели автомобиля	Дуга	
...	...	...
Приступаем к моделированию колес. Инструментом «Смещение» смещаем круг внутрь и удаляем лишние детали, чтобы изобразить шину колеса	Смещение	
С помощью инструмента «Тяни/Толкай» делаем колесо объемным и создаем половину 3D-модели автомобиля, так как вторая половина будет симметрична данной	Тяни / Толкай	

Пояснения к этапам	Инструменты	Изображение
...	...	...
С помощью инструментов «Окружность» делаем фары, «Прямоугольник» и «Линия» – решетку и лобовое стекло	Окружность, Прямоугольник, Линия	
Используя инструмент «Выбрать», тройным щелчком выделяем все объекты получившейся части модели, комбинацией клавиш Ctrl+C, Ctrl+V создаем копию данной части. Отразим данную часть автомобиля по зеленой оси. Кликнув правой кнопкой мыши, вызываем меню, выбираем отразить по зеленому направлению	Выбрать	
Выбрав ключевую точку на одной части модели, совмещаем ее с такой же точкой другой части модели инструментом «Переместить». Соединив две части, получим модель автомобиля	Переместить	

Примеры заданий:

1. Создайте 3D-модель двухместного автомобиля с открытой грузовой платформой (рисунок 1а) и раскрасьте ее.

2. Создайте 3D-модель яблока (рисунок 1б), используя определенный ограниченный набор инструментов, и раскрасьте ее.

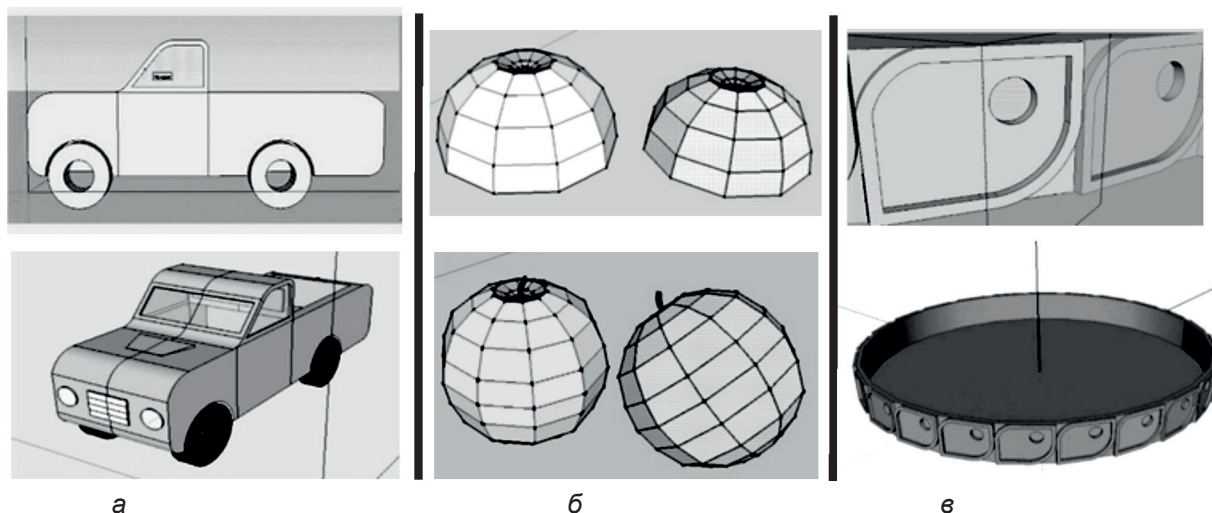


Рисунок 1 – Фрагменты изображений, получаемых на различных этапах выполнения демонстрационных учебных заданий

3. Создайте модель круглого подноса с необычной окантовкой (рисунок 1в) и раскрасьте ее.

Задание 1 предназначено для знакомства студентов с такими инструментами, как «Выбрать», «Орбита», «Панорама», «Масштаб», «Переместить», «Ластик», «Прямоугольник», «Линия», «Окружность», «Дуга», «Смещение», «Тяни/Толкай», «Заливка», а также со способом дублирования и отражения моделей. Важной составляющей работы по конструированию 3D-модели является продумывание эффективного способа ее создания. В данном случае можно заметить, что автомобиль является симметричным объектом, поэтому достаточно создать одну половину автомобиля и отразить копию. **Задание 2** направлено на формирование у студентов умений работы с инструментами («Выбрать», «Переместить», «Смещение», «Линия», «Дуга», «Прямоугольник», «Тяни/Толкай», «Заливка») и дальнейшее освоение ими новых инструментов («Масштабировать», «Многоугольник», «Ведение», «Повернуть»). **Задание 3** предполагает дальнейшее преемственное формирование необходимых умений и освоение действий, связанных с группами и компонентами, что значительно упрощает работу при создании рассматриваемого 3D-объекта.

Система диагностических упражнений для учащихся, направленная на определение у них начального уровня воспри-

ятия 3D-объектов. Для того чтобы эффективно реализовывать методику обучения учащихся 3D-моделированию, учителю информатики необходимо представлять их начальный уровень по восприятию 3D-объектов и работе с такими объектами. Мы предлагаем студентам ознакомиться с одним из возможных вариантов осуществлять диагностику начального уровня с помощью системы диагностических упражнений. Система состоит из трех групп. Каждая из групп направлена на оценку определенных качеств восприятия. Также в перечень критериев для распределения упражнений по трем группам входит форма представления условий таких заданий.

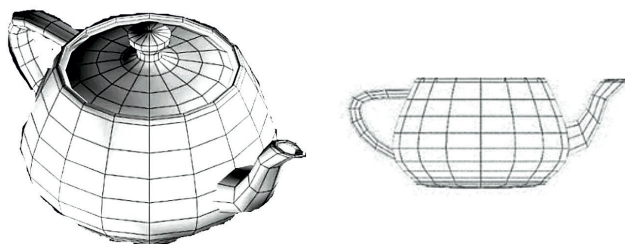
Первая группа упражнений нацелена на оценку сформированности у учащихся умений распознавать в общем объекте (представленном на плоскости

сти изображении 3D-модели) отдельных элементов, которые могут присутствовать или отсутствовать на предложенной проекции. При этом 3D-модели и их проекции размещены на отдельных изображениях (таблица 3).

Вторая группа упражнений нацелена на оценку сформированности у учащихся умений проецировать объект (представленное изображение 3D-модели) на различные плоскости. При этом 3D-модели и их проекции размещены на одном изображении (таблица 4).

Таблица 3 – Примеры диагностических упражнений первой группы**Упражнение 1.**

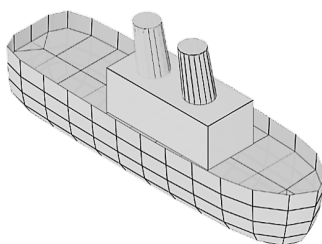
Рассмотрите приведенные изображения 3D-модели чайника и ее проекции.



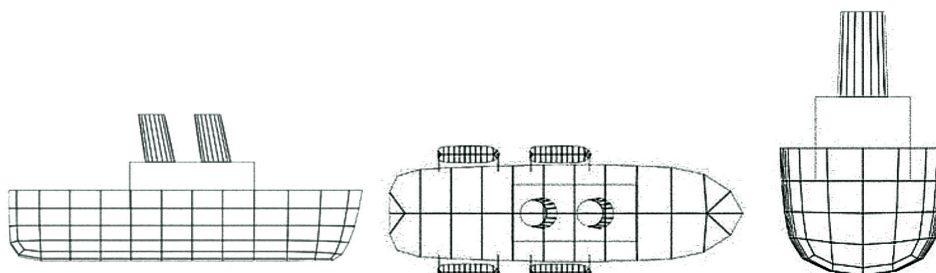
На проекции 3D-модели не хватает некоторого элемента, соответствующего модели объекта. Запишите его название и обведите его на изображении.

Упражнение 2.

Имеется изображение 3D-модели корабля.



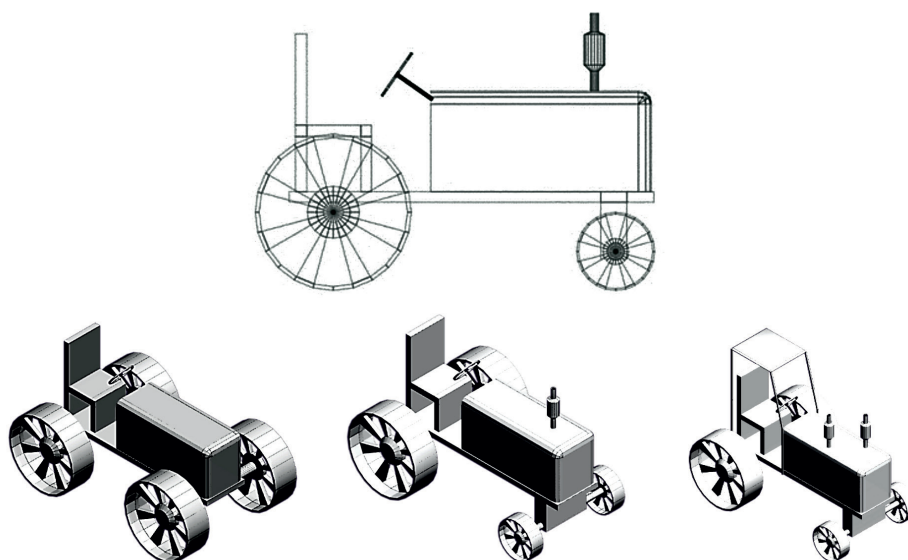
На одной из проекций изображен лишний элемент, которого нет на изображении 3D-модели.



Запишите, что это за элемент.

Упражнение 3.

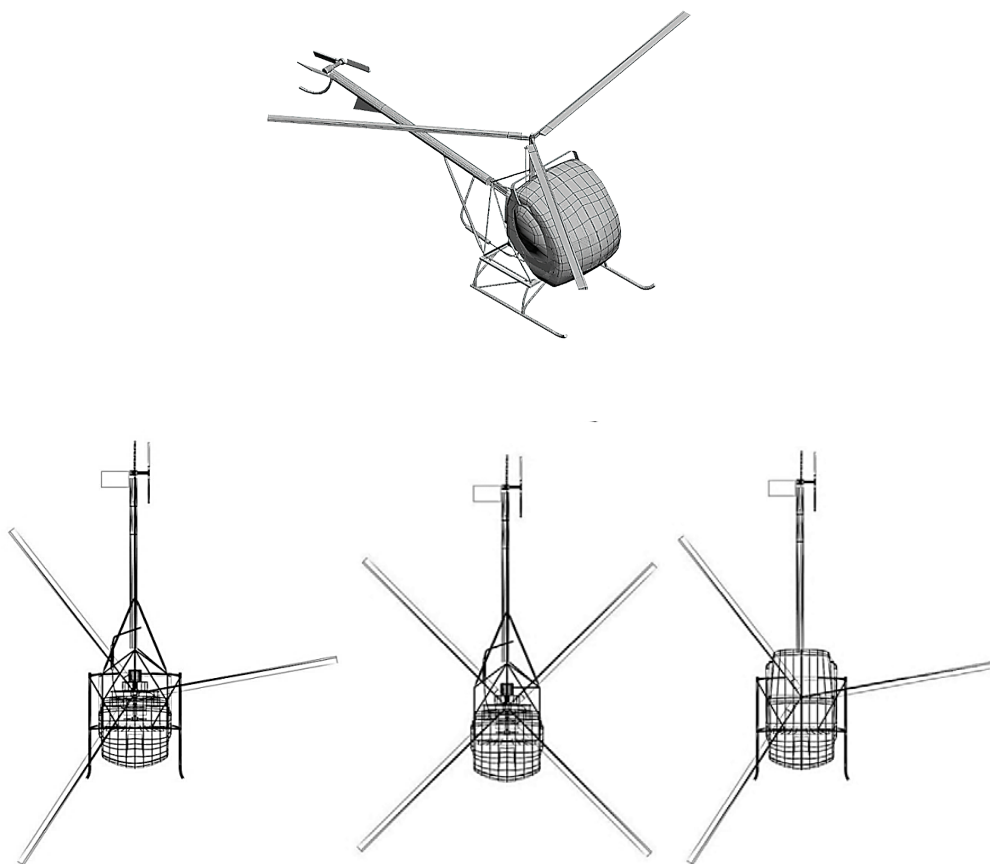
Проанализируйте представленные проекцию трактора и три различных варианта оригинала 3D-модели этого объекта.



Определите, какой из трех вариантов изображения объекта 3D-модели соответствует данной проекции, и поясните ваш выбор.

Упражнение 4.

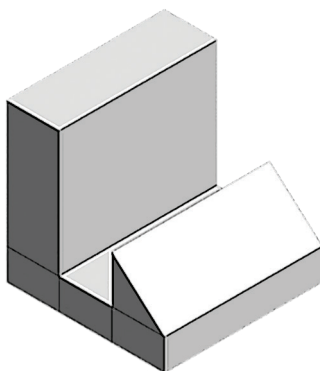
Имеется изображение 3D-модели вертолета и три различных варианта проекций.



Только одна из проекций является правильной для представленной 3D-модели. Определите, какая это из проекций. Ответ аргументируйте.

Упражнение 5.

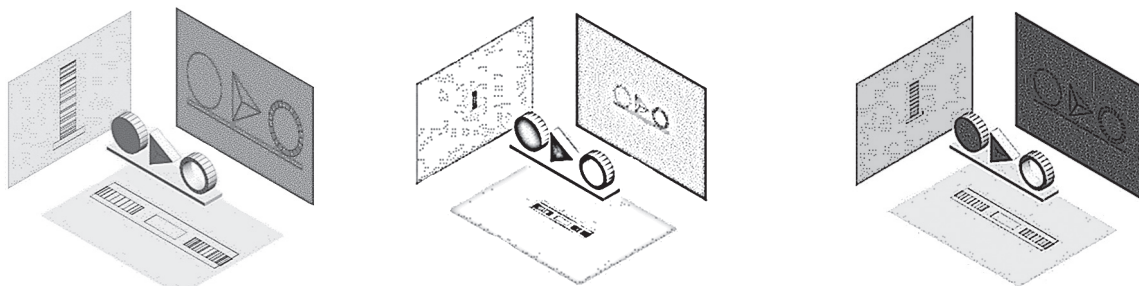
Вашему вниманию представлено изображение 3D-модели детали.



Нарисуйте изображение проекции данной модели.

Таблица 4 – Примеры диагностических упражнений второй группы**Упражнение 1.**

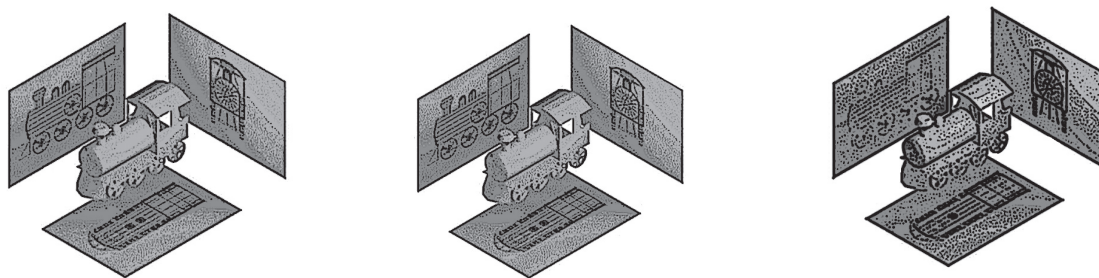
Вам представлено изображение комплексной 3D-модели с проекциями на три плоскости.



Укажите вариант, на котором размеры проекций на все три плоскости соответствуют представленной 3D-модели.

Упражнение 2.

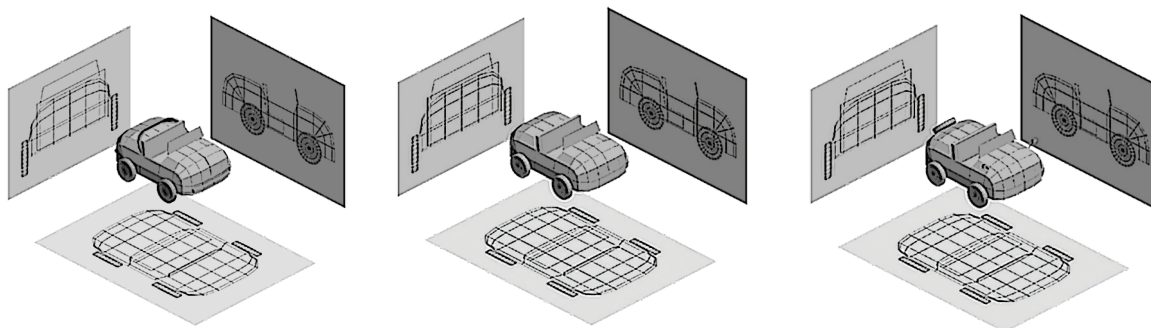
Имеется 3D-модель с вариантами ее проекций на три плоскости.



Определите изображение, на котором все три проекции на различные плоскости соответствуют представленной модели.

Упражнение 3.

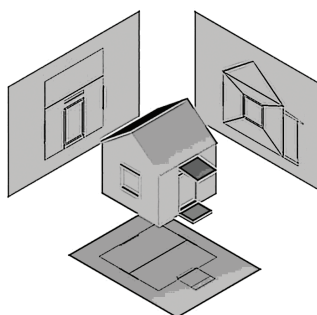
Приведены изображения трех 3D-моделей и проекции.



Проекция на всех изображениях одинаковые. Определите изображение, на котором 3D-модель объекта соответствует представленным проекциям.

Упражнение 4.

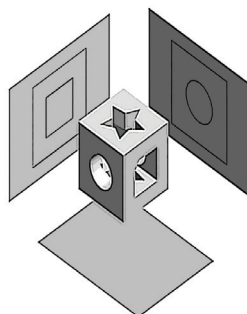
Имеется изображение 3D-модели и проекции.



При построении проекции на одну из плоскостей была допущена ошибка. Укажите, в чем состоит ошибка.

Упражнение 5.

Имеются изображение 3D-модели и ее проекции на две плоскости.



Изобразите проекцию данной модели на третью плоскость.

Третья группа упражнений нацелена на оценку сформированности у учащихся умений распознавать объекты (3D-модели) и их проекции в неявном виде, которые могут быть представлены в динамической

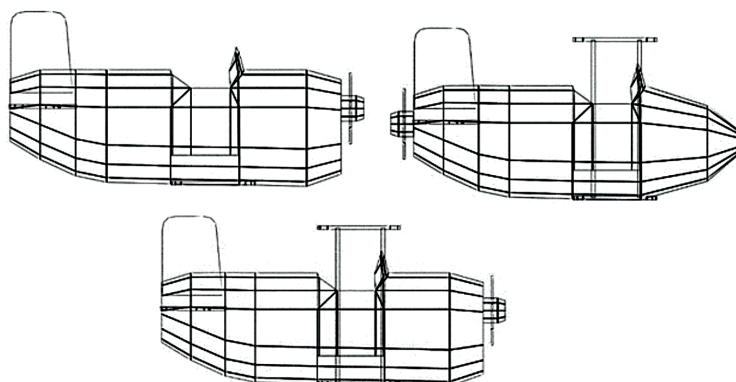
форме. При этом либо сами 3D-модели, либо построенные для них проекции представлены с помощью видеороликов (таблица 5).

Таблица 5 – Примеры диагностических упражнений второй группы

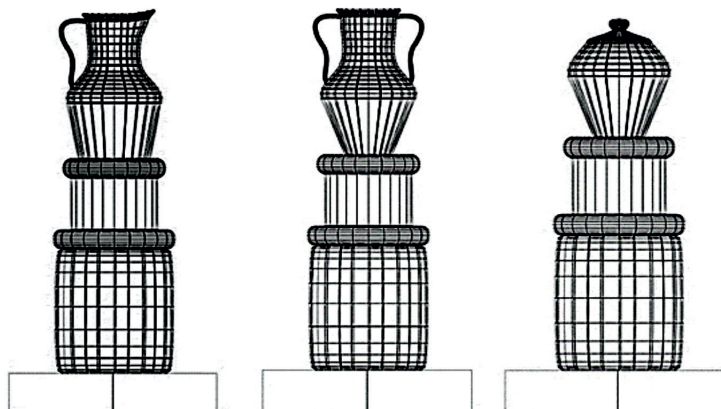
Упражнение 1.

Перейдите по ссылке https://yadi.sk/i/h7_7II33bgizuw и познакомьтесь с видеороликом, в котором демонстрируется 3D-модель самолета.

Определите среди приведенных вариантов изображение проекции, соответствующей данной 3D-модели.

**Упражнение 2.**

По результатам знакомства с содержимым видеоролика (ссылка: https://drive.google.com/open?id=1u4Bs0rTagug05dD1oGF-bYsjyuRFT_4S) определите изображение, соответствующее проекции 3D-модели вазы.



Упражнение 3.

Посмотрите видеоролик, в котором происходит построение проекции для указанной 3D-модели (ссылка: https://drive.google.com/open?id=1p0Mn33_b-LLIK5YnN1pe7upP3ZFoq3ml). Так как на видео-построение не завершено, то опишите заключительный этап построения для получения нужной проекции.

Упражнение 4.

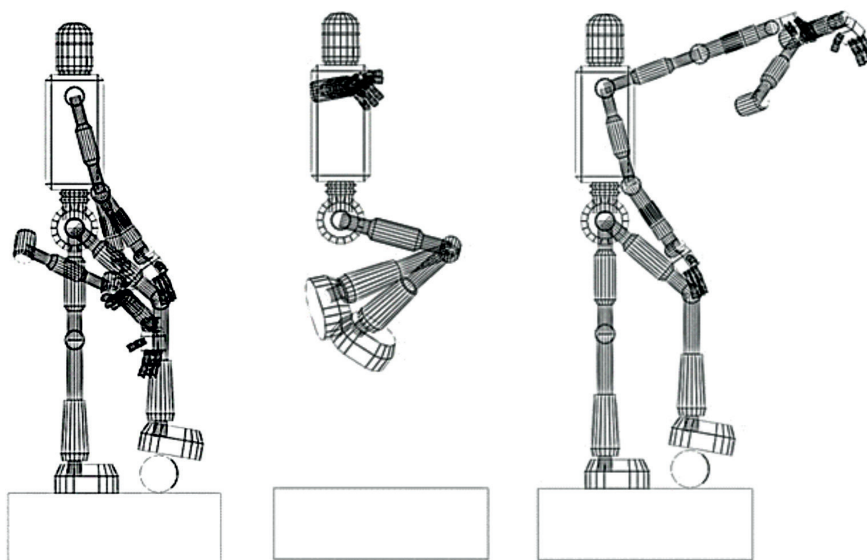
Вам предлагается посмотреть три видеоролика с 3D-моделью объекта с разных ракурсов, воспользовавшись ссылками:

https://drive.google.com/open?id=1FuiBn19rsvsrQ_CSgPu1qAiu1daNalYR;

https://drive.google.com/open?id=14j20d6ElrdN7A_oMvp9ddeSU-ZlepqCi;

<https://drive.google.com/open?id=1Dzn95yCDtUewB8TCjGKgBK9aS8cef5D>.

Посмотрев видео, выберите проекцию, соответствующую данной 3D-модели.

**Упражнение 5.**

В видеоролике представлена 3D-модель и процесс построения ее про-екции (ссылка https://drive.google.com/open?id=1_YmPp9h4bxYosisdbjkdphroNqhMv1pt). Но при построении проекции была допущена ошибка. Поясните, в чем она состоит.

Заключение. Результатами апробации демонстрационных учебных заданий при осуществлении учебно-методической деятельности со студентами (68 чел.) в рамках занятий по учебной дисциплине «Методика преподавания информатики», а также итоги проведенной дистанционной диагностики учащихся 9 классов (370 чел., из них

128 чел. на базе СШ № 61, 104 чел. на базе СШ № 51 и 138 чел. на базе гимназии № 20 г. Минска) показали эффективность описанной в работе организации методической подготовки студентов к обучению учащихся основам компьютерного информационного 3D-моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочкин, А. И. Методика преподавания информатики / А. И. Бочкин. – Минск : Вышэйшая школа, 1998. – 431 с.
2. Гращенко, П. Л. Содержание и методика углубленного изучения информатики в средней школе (на примере раздела «Методы решения задач на ЭВМ») : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / П. Л. Гращенко ; УО «Бел. гос. пед. ун-т им. М. Танка». – Минск, 1993. – 140 с.

REFERENCES

1. Bochkin, A. I. Metodika prepodavaniya informatiki / A. I. Bochkin. – Minsk : Vyshejschaya shkola, 1998. – 431 s.
2. Grashchenko, P. L. Soderzhanie i metodika uglublennogo izucheniya informatiki v srednej shcole (na primere razdela «Metody resheniya zadach na EVM») : dis. ... kand. ped. nauk : 13.00.02 / P. L. Grashchenko ; UO «Bel. gos. ped. un-t im. M. Tanka». – Minsk, 1993. – 140 s.

3. *Заборовский, Г. А.* Информатика : учеб. пособие для 10-го кл. общеобразоват. учреждений с рус. яз. обучения / Г. А. Заборовский, А. Е. Пупцев. – Минск : Издательский центр БГУ, 2011. – 150 с.
4. *Заборовский, Г. А.* Информатика : учеб. пособие для 11-го кл. общеобразоват. учреждений с рус. яз. обучения / Г. А. Заборовский, А. Е. Пупцев. – Минск : Нар. асвета, 2010. – 150 с.
5. *Зенько, С. И.* Деятельностно-семантический подход к профессиональной направленности формирования понятийной компетенции учителя информатики в педагогическом университете / С. И. Зенько // Весці Бел. дзярж. пед. ун-та. Сер. 3, Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2018. – № 4. – С. 61–71.
6. *Зенько, С. И.* Дневник педагогической практики по информатике / С. И. Зенько, С. В. Вабищевич, С. Л. Глухарева. – Минск : БГПУ, 2019. – 72 с.
7. *Зенько, С. И.* Дневник преддипломной практики по информатике / С. И. Зенько, С. В. Вабищевич, С. Л. Глухарева. – Минск : БГПУ, 2019. – 72 с.
8. *Зенько, С. И.* Методические рекомендации учителю по повышению эффективности реализации межпредметных связей при изучении общеучебных понятий информатики и математики в школе / С. И. Зенько // Матэматыка. – 2020. – 1. – С. 28–39.
9. Информатика : учебная программа факультативных занятий для 8–11 классов для учреждений общего среднего образования / Министерство образования Республики Беларусь. – Минск : Нац. ин-т образования, 2015. – 8 с.
10. Информатика 8–9 классы. Дидактические и диагностические материалы : пособие для учителей учреждений общ. среднего образования с бел. и рус. языками обучения / С. И. Зенько [и др.]; под ред С. И. Зенько. – Мозырь : Выснова, 2018. – 191 с.
11. *Королев, А. Л.* Понятие «Информационная модель» в курсе информатики / А. Л. Королев // Информатика в школе. – 2019. – № 7. – С. 12–16.
12. Информатика: учеб. пособие для 10–11 кл. учреждений общ. сред. образования с белорус. и рус. яз. обучения / В. М. Котов [и др.]. – Минск : Нар. асвета, 2020.
13. Информатика : учеб. пособие для 9-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / В. М. Котов [и др.]. – Минск : Нар. асвета, 2019. – 167 с.
14. Курсы моделирования 3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://itlandia.by/kursy/kursy-modelirovaniya-3d/>. – Дата доступа: 25.04.2020.
15. Методика обучения информатике : учеб. пособие / М. П. Лапчик [и др.]; под. ред. М. П. Лапчика. – СПб. : Лань, 2016. – 392 с.
3. *Zaborovskij, G. A.* Informatika : ucheb. posobie dlya 10-go kl. obshcheobrazovat. uchrezhdenij s rus. yaz. obucheniya / G. A. Zaborovskij, A. E. Pupcev. – Minsk : Izdatel'skij centr BGU, 2011. – 150 s.
4. *Zaborovskij, G. A.* Informatika : ucheb. posobie dlya 11-go kl. obshcheobrazovat. uchrezhdenij s rus. yaz. obucheniya / G. A. Zaborovskij, A. E. Pupcev. – Minsk : Nar. asveta, 2010. – 150 s.
5. *Zen'ko, S. I.* Deyatel'nostno-semanticheskij podhod k professional'noj napravlenosti formirovaniya ponyatijnoj kompetencii uchitelya informatiki v pedagogicheskom universitete / S. I. Zen'ko // Vesci Bel. dzyarzh. ped. un-ta. Ser. 3, Fizika. Matematyka. Infarmatyka. Biyalogiya. Geagrafiya. – 2018. – № 4. – S. 61–71.
6. *Zen'ko, S. I.* Dnevnik pedagogicheskoy praktiki po informatike / S. I. Zen'ko, S. V. Vabishchevich, S. L. Gluhareva. – Minsk : BGPU, 2019. – 72 s.
7. *Zen'ko, S. I.* Dnevnik preddiplomnoj praktiki po informatike / S. I. Zen'ko, S. V. Vabishchevich, S. L. Gluhareva. – Minsk : BGPU, 2019. – 72 s.
8. *Zen'ko, S. I.* Metodicheskie rekomendacii uchitelyu po povysheniyu effektivnosti realizacii mezhpredmetnyh svyazej pri izuchenii obshcheuchebnyh ponyatij informatiki i matematiki v shkole / S. I. Zen'ko // Matematyka. – 2020. – 1. – S. 28–39.
9. Informatika : uchebnaya programma fakul'tativnyh zanyatij dlya 8–11 klassov dlya uchrezhdenij obshchego srednego obrazovaniya / Ministerstvo obrazovaniya Respubliki Belarus'. – Minsk : Nac. in-t obrazovaniya, 2015. – 8 s.
10. Informatika 8–9 klassy. Didakticheskie i diagnosticheskie materialy : posobie dlya uchitelej uchrezhdenij obshch. srednego obrazovaniya s bel. i rus. yazykami obucheniya / S. I. Zen'ko [i dr.]; pod red S. I. Zen'ko. – Mozyr' : Vysnova, 2018. – 191 s.
11. *Korolev, A. L.* Ponyatie «Informacionnaya model'» v kurse infor-matiki / A. L. Korolev // Informatika v shkole. – 2019. – № 7. – S. 12–16.
12. Informatika: ucheb. posobie dlya 10–11 kl. uchrezhdenij obshch. sred. obrazovaniya s belorus. i rus. yaz. obucheniya / V. M. Kotov [i dr.]. – Minsk : Nar. asveta, 2020.
13. Informatika : ucheb. posobie dlya 9-go kl. uchrezhdenij obshch. sred. obrazovaniya s rus. yaz. obucheniya / V. M. Kotov [i dr.]. – Minsk : Nar. asveta, 2019. – 167 s.
14. Kursy modelirovaniya 3D [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://itlandia.by/kursy/kursy-modelirovaniya-3d/>. – Data dostupa: 25.04.2020.
15. Metodika obucheniya informatike : ucheb. posobie / M. P. Lapchik [i dr.]; pod. red. M. P. Lapchika. – SPb. : Lan', 2016. – 392 s.

16. *Шегай, И. Н.* 3D-моделирование и 3D-печать во внеурочной деятельности в контексте реализации ФГОС нового поколения / И. Н. Шегай // Информатика в школе. – 2020. – № 1. – С. 16–25.
17. 3D моделирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iteen.by/programs/directions/3d-modeling/>. – Дата доступа: 25.04.2020.
18. SketchUp [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reviews.financesonline.com/p/sketchup/>. – Дата доступа: 28.03.2020.
19. SketchUp [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sketchup.com/>. – Дата доступа: 24.03.2020.
16. *Shegaj, I. N.* 3D-modelirovanie i 3D-pechat' vo vneurochnoj deya-tel'nosti v kontekste realizacii FGOS novogo pokoleniya / I. N. Shegaj // Informatika v shkole. – 2020. – № 1. – S. 16–25.
17. 3D modelirovanie [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://iteen.by/programs/directions/3d-modeling/>. – Data dostupa: 25.04.2020.
18. SketchUp [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://reviews.financesonline.com/p/sketchup/>. – Data dostupa: 28.03.2020.
19. SketchUp [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.sketchup.com/>. – Data dostupa: 24.03.2020.