

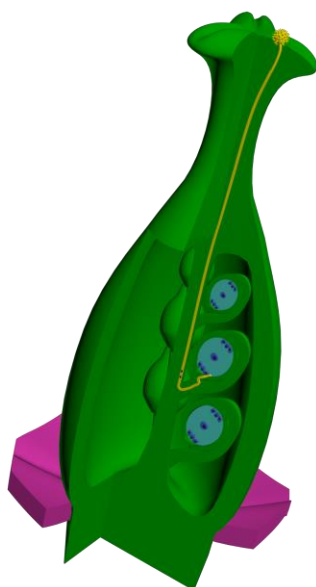
Направление: 3D-моделирование

Кейс: Оживающие образовательные игры

Организация-работодатель, представившая кейс: EligoVision (ООО «ЭлигоВижн»)

ОТЧЁТ ПО ПРОЕКТУ

Название проекта: Создание приложения в формате дополненной реальности, иллюстрирующего двойное оплодотворение цветковых растений



Авторы проекта: Учащиеся ГБОУ

“Школа №1621 Древо жизни”

Состав команды: Эдуард Гольдман, Даниил Гер,

Белоцерковский Роман, Давид Шаров

Куратор команды: Киселёв Георгий Георгиевич

Москва, 2018

Аннотация

Двойное оплодотворение цветковых растений – одна из самых непонятных тем школьной программы по биологии. Основной проблемой для усвоения этой темы учащимися является пространственная сложность происходящих процессов. Для того чтобы сделать процесс изучения этой темы более наглядным наша команда разработала интерактивное приложение в формате дополненной реальности для школьных планшетов. Предъявляя соответствующие маркеры видеокамере устройства, учащиеся могут визуализировать перед собой трёхмерные модели пестика цветкового растения и семязачатка, разглядывать их под различными углами зрения, включать или выключать разрез, обнажающий внутреннее устройство рассматриваемой модели, а также, запускать или останавливать анимацию. Разработанное приложение является частью более глобального школьного проекта по созданию интерактивного школьного музея, в котором трёхмерные биологические экспонаты будут сочетаться с технологиями дополненной реальности.

1. Введение

Двойное оплодотворение цветковых растений является одной из самых непонятных тем школьной биологии, входящей в программу тестов ГИА и ЕГЭ. Происходящие во время двойного оплодотворения процессы, не понятны на обычных двухмерных иллюстрациях, и требуют разъяснения в виде анимированных трёхмерных моделей. Процесс двойного оплодотворения у цветковых растений крайне непонятен учащимся в первую очередь из-за сложности восприятия происходящих событий в пространстве. Иллюстрации из школьных учебников не позволяют в полной мере раскрыть суть процесса. Использование трёхмерных моделей для разъяснения отдельных аспектов двойного оплодотворения позволяет нагляднее продемонстрировать взаимное расположение различных участников этих процессов (например, каким образом располагаются семязачатки в полости завязи, или каким образом пыльцевая трубка достигает семязачатка). Так как речь идёт про некий процесс, протяжённый во времени, трёхмерная модель должна быть анимированной, в противном случае, её наглядность значительно падает.

Несмотря на то, что в сети интернет было выявлено множество приложений в формате дополненной реальности, иллюстрирующих различные темы из школьного курса биологии, после детального изучения рынка подобных приложений, как отечественных, так и зарубежных, не было обнаружено ни одного приложения, в котором объясняется или как-либо затрагивается тема двойного оплодотворения у цветковых растений. Это ещё раз указывает на актуальность создания подобного приложения и позволяет утверждать, что подобное приложение будет уникально и не будет иметь аналогов.

2. Цель проекта

Для решения обозначенной выше проблемы наша команда создала обучающее приложение в формате дополненной реальности, разъясняющее детали процесса двойного оплодотворения цветковых растений. Приложение будет использоваться учителями (в том числе и в нашей школе) на уроках биологии (на школьных планшетах), для объяснения темы двойного оплодотворения и отработки материала.

3. Задачи проекта

1. Провести опрос целевой аудитории с целью обосновать актуальность проекта
2. Проанализировать существующие аналоги приложения
3. Изучить тему двойного оплодотворения по литературным источникам для создания образовательного приложения
4. Продумать сценарий образовательного приложения
5. Создать трехмерные модели и анимацию для приложений в формате дополненной реальности
6. Создать маркеры
7. Написать программу приложения
8. Создать интерфейс

4. Этапы выполнения проекта

4.1 Подготовительный этап

На первом этапе работы был подробно проанализирован весь школьный курс биологии. Были рассмотрены такие разделы программы как ботаника, зоология, анатомия человека, клеточная биология, молекулярная биология и биохимия. В результате проведенного мозгового штурма, участниками проекта был предложен огромный перечень идей для создания образовательного приложения в формате дополненной реальности. В дальнейшем, предстояло из этого огромного списка выбрать наиболее актуальные и интересные. При отборе идей для приложения руководствовались двумя критериями: во-первых, оно должно помогать усвоению определенных пунктов школьной программы, то есть, решать реальную педагогическую задачу; во-вторых, оно должно иллюстрировать тему достаточно увлекательную для школьников.

В результате тщательного отбора для дальнейшей реализации были оставлены 13 тем:

- 1) Ротовые части насекомых
- 2) Ротовые части паукообразных
- 3) Внутреннее строение виноградной улитки
- 4) Двойное оплодотворение цветковых растений
- 5) Ропалии медузы
- 6) Внутреннее строение круглых червей
- 7) Внутреннее строение nereidy
- 8) Строение миноги
- 9) Внутреннее строение беззубки
- 10) Внутреннее строение речного рака
- 11) Устройство синапса
- 12) Строение тихоходки
- 13) Ранние этапы эмбриогенеза позвоночных

Проведено анкетирование учащихся школы, в котором респондентов просили оценить

актуальность и увлекательность каждой идеи по пятибальной шкале. В результате анкетирования, были получены данные, представленные на следующей диаграмме (рис. 2). Таким образом, по результатам анкетирования лидировали “строение синапса”, “строение тихоходки” и “ропалии медузы”.

Однако после проведённых консультаций с преподавателями биологии (в том числе из других школ) стало понятно, что согласно их опыту, темы строения синапса, строения тихоходки, и ропалии медузы не являются столь актуальными в школьном общеобразовательном процессе, как тема двойного оплодотворения у цветковых растений (расположившаяся на 4 месте по актуальности, согласно оценкам учащихся, и на 5 месте по увлекательности).

Действительно, строение тихоходок и подробное строение ропалиев медузы не входят в школьную общеобразовательную программу. После анализа рынка приложений в формате дополненной реальности, было обнаружено, что приложения иллюстрирующего двойное оплодотворение цветковых растений, на рынке школьных учебных пособий попросту не существует.

Тема двойного оплодотворения цветковых растений, осваивается учащимися в 6-м классе, а также входит в программу ГИА и ЕГЭ. По словам опрошенных преподавателей, она является одной из самых непонятных и проблемных тем школьной программы. В итоге после консультаций с преподавателями было принято решение, несмотря на результаты опроса учащихся создать приложение, иллюстрирующее двойное оплодотворение у цветковых растений.

4.2 Изучение темы двойного оплодотворения растений по литературным источникам

На следующем этапе работы было проведено подробное изучение двойного оплодотворения цветковых растений по литературным источникам. Двойное оплодотворение - это уникальный процесс, характерный для жизненного цикла цветковых растений [1].

После того как мужской гаметофит растения (пыльцевое зерно) попадает на рыльце пестика в результате процесса, называемого опылением, он формирует особое образование называемое пыльцевой трубкой [2]. Пыльцевая трубка прорастает в ткани пестика и по столбику направляется в завязь, где находятся семязачатки [3]. В каждом семязачатке располагается женский гаметофит цветкового растения, именуемый зародышевым мешком. Женский гаметофит состоит из нескольких клеток: одной диплоидной центральной клетки, гаплоидной женской половой клетки (яйцеклетки), двух синергид, и трёх антипод [4].

Пыльцевая трубка мужского гаметофита проникает в семязачаток через отверстие, называемое микропиле [5]. По пыльцевой трубке спускаются два ядра (спермии), которые являются мужскими половыми клетками. Процесс двойного оплодотворения заключается в том, что один спермий сливается с яйцеклеткой, давая начало зародышу, в то время как второй спермий сливается с диплоидной центральной клеткой, образуя особенную триплоидную ткань – эндосперм [1]. Эндосперм цветковых растений служит для запасания питательных веществ, которыми будет питаться зародыш, во время прорастания семени.

4.3 Создание сценария приложения

После того, как задача была сформулирована, команда принялась за работу и первое, что предстояло сделать, это разработать сценарий приложения. Несколько занятий подряд рабочая группа собиралась и коллективными усилиями предлагала различные варианты сценария. Идеи коллекционировались, состыковывались, дорабатывались. В результате подготовительного этапа работы был утверждён следующий сценарий:

“После запуска приложения, на экран должна выводиться заставка, которая состоит из красочного рисунка-иллюстрации и инструкций, объясняющих пользователю

последовательность действий. Заставку можно скрыть, нажав на неё. После заставки пользователю предлагается предъявить камере любой из двух маркеров. Предъявление первого маркера выводит на экран модель пестика. При помощи отдельных элементов интерфейса пользователь сможет включать или выключать разрез пестика, обнажающий полость завязи и семязачатки. Так же пользователь сможет запускать анимацию, иллюстрирующую прорастание пыльцевой трубки и движение по ней спермиев. Предъявление второго маркера выводит на экран модель одного семязачатка крупным планом. Специальные кнопки на экране позволяют включить или выключить разрез семязачатка, а также, запустить анимацию, показывающую подробно, каким именно образом пыльцевая трубка оплодотворяет зародышевый мешок. Анимация демонстрирует попарное слияние спермиев с яйцеклеткой и зародышевой клеткой. Поворачивая и передвигая маркеры, пользователь может поворачивать модели, разглядывать их с разных углов обзора. В любой момент, когда это пожелает пользователь, он может пройти тест на понимание темы двойного оплодотворения цветковых растений. По завершению теста, пользователю будет продемонстрирован экран награждения, сопровождающийся различными рисунками и звуковыми сигналами, в зависимости от заработанных пользователем баллов. Пользователю выставляется оценка по пятибалльной шкале, таким образом, данное приложение будет очень удобно использовать на уроках биологии. Учитель сможет использовать оценки, полученные учащимися при выполнении теста, для оценивания их работы на уроке. После выполнения теста пользователь сможет вновь вернуться к дальнейшему изучению темы двойного оплодотворения цветковых растений”.

4.4 Выбор оптимального приложения для 3D-моделирования

Для создания трёхмерных моделей, необходимых для приложения в формате дополненной реальности, изначально планировалось остановиться на линейке программных продуктов от Autodesk, так как Autodesk предоставляет образовательным учреждениям бесплатную лицензию на свои программные продукты. Были подробно проанализированы возможности продуктов компании Autodesk: программные приложения Fusion 360, 3DS Max, 123D Catch. В результате было установлено, что при помощи приложения Fusion 360 довольно сложно создавать произвольные геометрические формы, таким образом, в качестве приложения для моделирования был выбран 3DS Max.

4.5 Создание трёхмерных моделей

За основу для создания модели трёхлопастного пестика (который напоминает по форме пестик лилейных) была взята нискополигональная сфера, с количеством радиальных сегментов равных 9-ти. При помощи модификатора Editable poly сфере была придана форма будущего пестика (рис.3). Для того, чтобы придать модели гладкость обводов и увеличить число полигонов был использован модификатор TurboSmooth (рис.4). Далее при помощи инструмента ProCutter был сформирован вырез, обнажающий внутреннее строение пестика. При помощи этого же инструмента была сформирована полость завязи, которая имела тороидальную форму (рис.5) (в процессе работы было решено, что наша модель будет иллюстрировать строение именно лизикарпного гинецея, так как он наиболее интересен для моделирования с точки зрения топологии).

В отдельном файле, независимо, были созданы модели семязачатков (рис.6). Они были сформированы таким же способом из нискополигональных сфер, и разрезаны пополам, при помощи инструмента ProCutter. Внутренности семязачатка: зародышевый мешок и ядра внутри него – были выполнены из сфер, вытянутых в полярном направлении и тоже разрезанных пополам при помощи инструмента ProCutter. На финальном этапе моделирования семязачатки были интегрированы в полость завязи при помощи инструмента Boolean, так же были добавлены модели пыльцевого зерна, пыльцевой трубки и лепестки.

Всего было выполнено 4 трёхмерных модели:

- 1) Пестик цветкового растения
- 2) Пестик цветкового растения в разрезе, обнажающим полость завязи и семязачатки, с анимацией, демонстрирующей рост пыльцевой трубки, по которой из пыльцевого зерна спускаются два спермия
- 3) Семязачаток крупным планом
- 4) Семязачаток крупным планом в разрезе (разрез должен демонстрировать содержимое семязачатка – зародышевый мешок), и анимацией, иллюстрирующей непосредственно процесс двойного оплодотворения.

Для вновь созданных моделей была выполнена анимация, посредством работы с ключами и траекториями в 3DS Max.

4.6 Создание маркеров

Для нашего приложения дополненной реальности мы выбрали маркерную технологию трекинга, так как она более надёжна и менее требовательна к вычислительным ресурсам компьютера. Маркером может служить монохромный рисунок, распечатанный на белом листе бумаги, помещённый в специальную рамку. Параметры рамки указаны на рисунке 3 (Рис.3). Создатели EV Toolbox рекомендуют, чтобы размер рисунка соответствовал квадрату со стороной 128 пикселей. Маркеры желательно печатать на твердой поверхности, чтобы исключить деформацию, из-за которой могут возникать проблемы с распознаванием. Для корректного определения ориентации паттерн не должен обладать симметрией относительно вертикальной, горизонтальной, диагональных осей.

В разрабатываемом нашей командой приложении планировалось использовать 2 маркера. Первый маркер (рис. 4) - монохромный рисунок, изображающий пестик цветкового растения в разрезе, и второй маркер (рис. 4) - монохромный рисунок, изображающий семязачаток цветкового растения в разрезе. Оба маркера были выполнены в графическом редакторе Adobe Illustrator, и распечатаны на монохромном лазерном принтере, после чего, для прочности, наклеены на картонные карточки.

4.7 Программирование приложение в EV Toolbox

После того, как было завершено создание всех запланированных моделей вместе с их анимацией, а также маркеров, команда приступила к финальному этапу работы, а именно, сборке проекта в редакторе EV Toolbox.

Все необходимые модели и рисунки, а также звуковые файлы были загружены в раздел “Ресурсы” редактора EV Toolbox, после чего постепенно по одному добавлялись в сцену (рис. 5, рис. 6). Положительной особенностью редактора EV Toolbox является очень простой и интуитивно понятный интерфейс программирования, который реализован в виде блок-схемы, во вкладке сценарий. Процесс создания приложения, по сути, таким образом, сводится к созданию алгоритма, визуализированного посредством блок-схемы, в которой различные объекты, присутствующие на сцене, будут связаны стрелками, обозначающими разнообразные действия.

4.8 Создание интерфейса приложения

Интерфейс приложения также создавался с использованием средств редактора EV Toolbox. Для создания вступительной заставки, а также кнопочных элементов интерфейса, был создан отдельный объект “Проекция на экран”, которому были подчинены все

соответствующие объекты (рисунки, текстовые поля и аудиозаписи) (рис. 7). Взаимодействие этих объектов также прописывалось при помощи блок-схемы во вкладке “сценарий”.

5. Результаты проекта

Таким образом, нашей командой было создано приложение в формате дополненной реальности, подробно объясняющее школьникам тему двойного оплодотворения цветковых растений. Разработанное приложение, станет отличным учебным пособием для учеников 7-го класса (согласно новым образовательным стандартам в школьном курсе биологии ботаника изучается в 7-м классе). Бесценной находкой такое пособие станет и для учителей биологии. Учебное пособие станет отличным дополнением к учебнику биологии, и сможет использоваться на уроке, во время объяснения, а также во время отработки пройденного материала. Поскольку двойное оплодотворение цветковых растений входит в программу тестов ГИА и ЕГЭ, данное приложение, так же, очень пригодится ученикам 9-х и 11-х классов для подготовки к этим тестам.

Разработанное приложение не является самостоятельным проектом, а представляет собой один из этапов глобального школьного мега-проекта по созданию интерактивного школьного музея. В дальнейшем, постепенно, планируется создать набор приложений дополненной реальности, покрывающий большую часть школьного курса биологии и наиболее острые темы из курса химии. Приложения будут использоваться учителем биологии нашей школы Мариной Николаевной Жук на уроках, для объяснения новых тем и отработки материала. Так уже сейчас, параллельно, ученик первого класса Даниил Рогожин создаёт серию трёхмерных моделей, иллюстрирующих пространственное расположение электронных орбиталей в атомах различных конфигураций, и в молекулах. Благодаря бесплатной версии EV Toolbox для общеобразовательных учреждений уже в ближайшие недели он сможет приступить к ознакомлению с этой программой и начать сборку своего собственного приложения в формате дополненной реальности.

Список используемой литературы

1. Навашин, С. Г. (1951) Результаты пересмотра процессов оплодотворения у *Lilium Martagon* и *Fritillaria Tenella* / С. Г. Навашин // Избранные труды - Издательство АН СССР, 1951 – С. 188-193
2. Буханан, Б. Биохимия и молекулярная биология растений / Б. Буханан, В. Гриссем, Р. Л. Джонс. - Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, 2015. - 902-1264 с.
3. Андропова, Е. В. (1997) Эмбриология цветковых растений: терминология и концепции. / Е. В. Андропова [и др.] – М.: Санкт-Петербург: Мир и семья, 1997.
4. Романов, И. Д. Женский гаметофит покрытосеменных растений / И. Д. Романов // Материалы Всесоюзного симпозиума по эмбриологии растений, 1968.
5. Лора, Д. Разнообразие путей пыльцевой трубки в пестике растении: возрастающий контроль со стороны спорофита / Д. Лора, Х. И. Хомаза, М. Херреро // *Frontiers in Plant Science*. – 2016
6. Слюсар, В. И. Фаббер-технологии: сам себе конструктор и фабрикант / В. И. Слюсар // Конструктор – 2002 – С. 5 – 7
7. Эванс, Б. Практичные 3D принтеры: Наука и искусство 3D печати / Б. Эванс // *Apress* – 2012 – С. 20
8. Лу, А. Селективное лазерное спекание, рождение индустрии / А. Лу, К. Гросвенор // Техасский университет в Остинем – 2012.
9. Розенберг, Л. Б. (1992) Использование виртуальных устройств в качестве визуальных помощников для повышения эффективности работы оператора при удалённом управлении / Л. Б. Розенберг // *Technical Report AL-TR-0089, USAF Armstrong Laboratory, Wright-Patterson AFB OH, 1992*
10. Стойер, Д. (1993) Виртуальная реальность: подходы, определяющие глубину погружения / Д. Стойер. - *Wayback Machine.*, Department of Communication, Stanford University, 1993

11. Розенберг, Л. Б. (1993) Виртуальные приборы: перцептивные наложения для манипуляций с телероботами. / Л. Б. Розенберг // Материалы симпозиума по виртуальной реальности – In Proc. of the IEEE Annual Int. С 76 – 82, 1993.
12. Дупчик, К. (2016) Я увидел будущее через Microsoft Hololens / К. Дупчик // Популярная механика, 6 сентября, 2016.
13. Как перевернуть ваши уроки при помощи дополненной реальности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.edsurge.com> – 2 ноября 2015.