

УДК 519.87

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В АГРОИНЖЕНЕРИИ

Павел Николаевич Кузнецов

кандидат технических наук, доцент

PaNK-77@mail.ru

Иван Павлович Кузнецов

магистрант

kuvanqa@gmail.com

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены системы автоматизированного проектирования, применяемые в агропромышленном комплексе России. Показаны методы применения компьютерных технологий в агропромышленном комплексе. Проанализирован рынок российских и зарубежных компаний, специализирующихся в области разработки инженерных продуктов, в частности САПР. Обосновывается идея об удобстве использования систем автоматизированного проектирования в агроинженерии. Проанализирована система автоматизированного проектирования как решение проблем российских агрохолдингов. Выявлены особенности 3D моделирования в агроинженерии. Показано актуальное состояние рынка систем автоматизированного проектирования. Описаны преимущества САПР, выявлены их основные недостатки, а также предложены некоторые возможные варианты для их решения.

Ключевые слова: САПР, программное обеспечение, 3D моделирование сельское хозяйство, АПК, агроинженерия, энергетические ресурсы, агрохолдинг, импортозамещение.

Введение. Вследствие развития агропромышленного комплекса подходы и задачи в агроинженерии изменялись с основными направлениями развития.

Несмотря на это основной упор уделялся вопросам увеличения объемов производства продукции, за счет увеличения урожайности и продуктивности животных. Сохранение плодородия почв и уменьшения антропогенных веществ в почве существенно изменило подход к исследованиям.

В связи с ростом стоимости материально-технических ресурсов, уменьшением энергетических ресурсов, изменением климата, постепенное снижение плодородия почв - определяют дальнейшие исследования в области агроинженерии. На текущий момент агроинженерная наука является системным инструментом, помогающая решать, как локальные, так и глобальные задачи во всем мире.

В соответствии с распоряжением правительства РФ от 8 сентября 2022 года №2567-р утверждена «Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года», в которой указано, что целью «устранения дефицита техники в сельском хозяйстве необходимо применять современные технологии, одной из которых является применение систем точного земледелия. По информации региональных органов управления агропромышленного комплекса, в настоящее время используется свыше 86 тысяч различных комплектов оборудования точного земледелия» [1].

С развитием агроинженерии было создано большое количество программных продуктов для конструирования, черчения и проектирования. Одна из них используется большим количеством предприятий – CALS-технология. Одним из основных компонентов такой технологии является система автоматизированного проектирования (САПР). При использовании САПР значительно снижаются трудозатраты на изготовление или улучшение уже существующих объектов, что обуславливает высокую эффективность в автоматизации конструкторских и технологических работах.

Новейшие системы автоматизированного проектирования позволяют создать как двухмерные, так и трехмерные изображения изделия.

По состоянию на 2021 год объем мирового рынка САПР составил 9,4 млрд. долларов. Крупнейшими производителями являются следующие компании: «Autodesk», «Aveva», «Ansys, Inc.», «Bentley Systems», «Dassault», «Graebert», «Hexagon», «Nemetschek», «PTC», «Siemens Digital Industries» и «Trimble» [2].

Российская отрасль инженерного ПО начитывает более 50 компаний-разработчиков и по меркам мирового рынка САПР это действительно значительная величина. Во многих популярных западных продуктах также имеются российские программные компоненты, например в французском CATIA, бельгийском BricsCAD и австралийском Altium Designer [3].

В России известными поставщиками САПР являются: «АСКОН», «Нанософт разработка», «Csoft», «РФЯЦ-ВНИИЭФ», «Топ Системы», «Omega Adem Technologies», «Renga Software» и прочие.

Различают 3 типа САПР в зависимости от сложности моделирования и разрабатываемой документации:

1. легкие – к этой категории можно отнести AutoCAD, Компас-График;
2. средние – такие как Solid Works, Solid Edge, Компас-3D;
3. тяжелые – в эту категорию входят CATIA, Pro/ENGINEER, NX.

Рассмотрим категории САПР подробнее.

Первая категория САПР применяется в основном вместо кульмана. Процесс черчения при помощи ПО на компьютере намного удобнее, чем работа за кульманом, потому что программа настроена таким образом, чтобы работать в ней было максимально комфортно и легко. Формат чертежей, может быть, разных размеров, это огромный плюс, когда необходимо выполнить сборку в форматах А1 и А0.

Вторая категория используется для 3D моделирования. С помощью трехмерных моделей инженер имеет возможность работать не с точками, кривыми и цветом, а с реалистичными объектами, которые позволяют получать чертежи с определенными видами, разрезами, сечениями, массой, а

также площадью изделия. Такую модель можно использовать для изучения при помощи компьютерного анализа. При этом деталь, изготовленная станком ЧПУ по 3D будет намного точнее, чем по 2D чертежу.

Российская компания «АСКОН» разработала системную программу КОМПАС, которая включает в себя две подсистемы: КОМПАС-3D - для создания трехмерных изображений, о чем упоминалось выше и КОМПАС-ГРАФИК, которая предназначена для работ с чертежами и планами. Данная программа имеет большой функционал возможностей: большой диапазон задач проектирования, простота в работе, большой выбор инструментов, ПО соответствует стандартам в части оформления документации, информация по эксплуатации написано на русском языке, политика цен на стоимость владения довольно низкая, по сравнению с другими программными обеспечениями.

Система КОМПАС-3D совместима с 3D-принтерами. Данный инструмент позволяет сделать макет для дальнейшего изучения и усовершенствования моделей.

Такие системы автоматизированного проектирования стали иметь большую популярность среди инженеров агропромышленного комплекса, так как позволяют на этапе проектирования изменить объект исследования, что снижает затраты труда и освоение новой продукции [4]. В агропромышленном комплексе 3D-печать является незаменимой при подготовке моделей для изучения конструктивных особенностей механизма, так как прозрачный материал позволяет наблюдать за работой изнутри.

К третьей категории относятся целые комплексы программ для крупных предприятий. В САД-программе – выполняется 3D модель детали, в САЕ-программе рассчитывается ее прочность, в спецмодулях проектируется инструмент для изготовления, в САМ-программе – создается управляющая программа для станков ЧПУ. При работе с ПО такой категории требуются высокие квалификационные знания и качественные вычислительные мощности.

САПР для агроинженерных расчетов базируется на методе конечных элементов (МКЭ, от англ. FEM – Finite Element Method). FEM – в основном

используется для проведения прочностных расчетов в трехмерных конструкциях [5].

Объектами расчета МКЭ являются: тяги, шарниры, рычаги, проушины и т.д. Для их оценки необходимо оценить прочность конструкции, а также количество и качество сборки. САПР в инженерных расчетах позволяет открыть больше возможностей для МКЭ, так как расчеты позволяют оптимизировать конструкции, что в дальнейшем несет за собой экономию материалов и, следовательно, сокращает затраты на производство.

В России, благодаря своему удобству в использовании, универсальному и комплексному подходу при решении задач в области автоматизированного проектирования, а также достаточно большим количеством инструментов для работы, до некоторых пор пользовались популярностью зарубежные программные продукты САПР, а именно AutoCAD от компании «Autodesk» (в 2020 г. занимала третье место в России среди зарубежных компаний по поставкам САПР), Simcenter 3D от компании «Siemens Digital Industries Software» (первое место по поставкам) и Ansys от компании «Ansys, Inc.» (первое место по поставкам) [6], но на текущий момент в связи с введенными взаимными санкциями между Россией и странами Запада стало невозможным использование в прежнем режиме данных программных продуктов, поэтому стало актуальным применение САПР разработанных именно в России.

У программного обеспечения САПР есть и недостатки - это достаточно дорогие предложения, так как расходы, связанные с программным обеспечением, не являются одноразовыми расходами, поскольку пакеты необходимо обновлять каждый год или каждые несколько лет – это является постоянными расходами для бизнеса. Так как сельхозпроизводство носит сезонный характер работ и очень сильно зависит от климатических условий, не все сельхозпредприятия могут себе позволить работать с САПР.

Вторым недостатком применения САПР является повреждение файлов. Так как файлы САПР - цифровые, имеется вероятность того, что они могут быть

повреждены из-за резкого сбоя программы или компьютера, что может вызвать множество неудобств.

Данные недостатки можно решить при помощи увеличения продаж продуктов, снижением себестоимости, увеличением прибыли.

С уходом из России зарубежных крупнейших компаний возникла потребность в улучшении имеющихся и создании новейших САПР, так как несмотря на то, что в России уже существуют САПР собственной разработки, ни одна из них на данный момент не может конкурировать с ведущими зарубежными аналогами на должном уровне.

Заключение. Из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что применение САПР в АПК несет больше плюсов, нежели минусов.

С появлением инноваций конкурентоспособность на рынке сельского хозяйства стремительно увеличивается. Это говорит о том, что в будущем новые изобретения и открытия будут в спросе, но с этим должна развиваться и агроинженерия.

На сегодняшний день САПР в агроинженерии имеет большое значение, так как позволяет решить главные задачи проектирования в АПК. Благодаря программам увеличивается скорость принятия конструкций в АПК, что создает условие для импортозамещения технологий и техники АПК.

Список литературы:

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.09.2022 № 2567-р Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202209120021> (дата обращения 16.04.2023).
2. САПР (мировой рынок). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:САПР_\(мировой_рынок\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:САПР_(мировой_рынок)) (дата обращения 15.04.2023).

3. «Россия – мировой центр разработки САПР. Вы об этом знали?» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/473694/> (дата обращения 16.04.2023).

4. Белоусова А.И., Помеляйко С.А., Белоусов С.В. Интеграция программы КОМПАС 3D в моделирование конструкций и процессов АПК при обучении в сельскохозяйственном вузе// Инновационные педагогические технологии: материалы IV Междунар.науч.конф. (г.Казань, май 2016 г.). – Казань: Бук. 2016. С. 137-139.

5. Краснящих К.А., Свиридов А.С. Применение быстрого прототипирования в АПК на примере опор скольжения // Наука без границ. – 2018. № 2 (19). С. 51-55

6. Autodesk уходит из России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cnews.ru/news/top/2022-03-04_amerikanskij_razrabotchik (дата обращения 16.04.2023).

UDC 519.87

CAD SYSTEMS IN AGRICULTURAL ENGINEERING

Pavel N. Kuznetsov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

PaNK-77@mail.ru

Ivan P. Kuznetsov

master student

kuvanqa@gmail.com

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. The article deals with computer-aided design systems used in the agroindustrial complex of Russia. The methods of computer technology application in

the agroindustrial complex are shown. The market of Russian and foreign companies specializing in the development of engineering products, in particular CAD, has been analyzed. The idea of the convenience of using CAD systems in agro-engineering has been substantiated. Computer-aided design system as a solution to the problems of Russian agroholdings has been analyzed. The peculiarities of 3D modeling in agro-engineering have been revealed. The actual state of the market of CAD systems has been shown. The advantages of CAD are described, their main disadvantages are revealed, and some possible options for their solution are proposed.

Key words: computer-aided design system, CAD, software, 3D modeling agriculture, agroindustrial complex, agroengineering, energy resources, agricultural holding, import substitution.

Статья поступила в редакцию 10.05.2023; одобрена после рецензирования 15.06.2022; принята к публикации 30.06.2023.

The article was submitted 10.05.2023; approved after reviewing 15.06.2022; accepted for publication 30.06.2023.