



Рисунок 1. Макет проекта

В Proteus наряду с редактором электронных схем (ISIS) включен графический редактор печатных плат (ARES), т.е. при необходимости возможно развести печатную плату в соответствии с разработанной электронной схемой и создать реальное устройство.

Таким образом, используя интегрированную среду AVR Studio 6 и программу Proteus v8, появляется возможность достаточно легко, с наименьшими материальными и временными затратами, изучать микроконтроллеры AVR фирмы ATMEL и применять их при разработке различных устройств управления.

Применение информационных технологий в преподавании общеинженерных дисциплин, ведет к достижению поставленной цели – получение студентами фундаментальных знаний в области электронных элементов и устройств, а также применение полученных знаний на практике.

#### Список использованной литературы

1. Джон Мортон. Микроконтроллеры AVR. Вводный курс. – М.: Издательский дом Додэка-XXI, 2006. – 272 с.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega. Руководство пользователя. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. – 592 с.
3. Программирование в AVR Studio 5 с самого начала: <http://datagor.ru/microcontrollers/1787-programirovanie-v-avrstudio-5-s-nulya.html>.

УДК 378.504.678

**Кожич Д.Т., кандидат химических наук, доцент;**

**Слонская С.В., кандидат химических наук, доцент**

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВУЗЕ

Полимеры представляют собой особую группу высокомолекулярных химических соединений, рассмотрение которых включено в содержание учебных программ по химическим дисциплинам в вузах. Это связано с их широким распространением и значимостью практического применения [1]. На кафедре химии Белорусского государственного аграрного технического университета (БГАТУ) данный класс соединений изучается в рамках дисциплин «Химия» и «Физико-

химические и токсические свойства веществ» [2, 3]. В процессе преподавания дисциплины «Химия» студентам читается лекция «Органические полимерные материалы», в которой рассматриваются вопросы классификации: по структуре, способу получения (происхождению), поведению при нагревании; а также – сфера их применения в промышленности и сельском хозяйстве (детали машин, электроизоляционные материалы – диэлектрики, каучуки, пленки, лакокрасочные покрытия, клеи, конструкционные пластмассы, искусственные волокна и др.), способы их получения (полимеризация, поликонденсация и вулканизация). При этом акцентируется внимание на особой совокупности их физико-химических свойств (эластичность, низкий удельный вес, стойкость к атмосферным условиям и агрессивным средам, механическая прочность и т.д.), благодаря которым они имеют большое практическое применение и выступают в качестве ценных заменителей таких традиционных материалов, как металлы, дерево, кожи и пр. В развитие данной темы в лабораторный практикум включена лабораторная работа «Исследование физико-химических свойств полимерных материалов», в которой рассматриваются три физических состояния полимеров, получение формальдегидных смол и различные способы деструкции полимеров.

В дисциплину «Физико-химические и токсические свойства веществ» также включены органические полимерные материалы. Они рассматриваются в таких разделах, как «Основные направления химизации сельского хозяйства» (подпункт «Производство и применение полимерных материалов для сельского хозяйства»), «Применение органических соединений в сельском хозяйстве», в которых изложены положительные аспекты применения органических полимерных материалов. Экологические проблемы применения полимеров обсуждаются в разделе «Проблема утилизации отходов промышленного и бытового назначения».

Следует отметить, что не все полимеры создают такие проблемы [4]. Так разрушаются в условиях природной среды природные органические полимеры, образующиеся и в значительной степени составляющие основу в растениях и живых организмах, из которых важнейшими являются полисахариды, белки и нуклеиновые кислоты, которые обеспечивают само функционирование жизни на Земле.

Сегодня объемы производимых синтетических органических полимеров во всем мире огромны, а отслужившие изделия из них в основном являются отходами, которые по причине их устойчивости к факторам окружающей среды сохраняются в ней и загрязняют ее в течение многих лет. Так, например, в Европе накапливается 25 миллионов тонн пластикового мусора в год и только 15 % из них перерабатывается. На одного жителя Евросоюза за год посещения магазинов используется примерно 200 пластиковых пакетов и чаще всего 1 такой пакет используется только один раз, тем самым пополняя количество пластиковых отходов. Ликвидация таких отходов путем сжигания не является решением, так как приводит к образованию токсических продуктов, в том числе тяжелых металлов, канцерогенных полиароматических соединений и супертоксикантов – диоксинов.

Вторичная переработка полимерных отходов (рециклинг), хотя и возможна, но полученные в результате его применения изделия имеют более плохие физико-химические параметры и товарный вид, поэтому она не получила широкого применения. Следует отметить успешную реализацию этого подхода при переработке автомобильных шин, в результате дробления которых получают крошку, используемую в качестве добавки при производстве дорожных покрытий и новых шин.

Разумной альтернативой, как показала практика, является синтез «экологически дружелюбных» биоразлагаемых полимеров и изделий из них. Здесь существует два направления. Первое – это давно апробированный синтез искусственных полимеров в результате модификации природных полимеров, например, известны полимеры, разлагающиеся под влиянием микроорганизмов. В этом случае в полимер вводили вещества, которые сами легко разрушаются и усваиваются микроорганизмами. В частности, современные биоразлагаемые полимеры такого типа могут быть получены как из возобновляемого (в основном растительного) сырья, так и из нефтехимических источников. В настоящее время в пищевой промышленности широкое распространение получили пленки на основе таких природных полимеров, как целлюлоза, крахмал, декстрин, хитозан, желатин, казеин и др. Особый интерес представляет крахмал, как наиболее дешевый вид сырья. Например, практическое значение на-

шли привитые сополимеры крахмала и метилакрилата, пленки из которых используются в сельском хозяйстве для мульчирования почвы.

И второе направление – это синтез из мономеров биоразлагаемых полимеров, т.е. способных быстро разлагаться в природных условиях [5]. Оно уже представляется наиболее перспективным в настоящее время, потому что эти полимеры способны к полному биологическому разложению в природных условиях, которое не сопровождается выделением токсических веществ в окружающую среду. Биodeградируемость можно определить, как свойство материала подвергаться разрушению за счет природных процессов (чаще всего поедание бактериями). Причем все промежуточные и конечные вещества такого превращения должны быть безвредными для окружающей среды и успешно включаться в природные циклы углерода, азота и серы. Возможность называть материал биodeградируемым зависит от времени его разложения. Так, разложение традиционных полимерных материалов занимает десятки и сотни лет. Использование же биополимеров сокращает эти сроки до нескольких месяцев и даже недель. Скорость разложения полимеров зависит от целого ряда факторов: состава полимера, влажности и температуры среды, светового воздействия, микробиологической популяции и др. Наиболее высокой способностью к биодеструкции обладают природные и синтетические полимеры, содержащие химические связи, подвергаемые гидролизу. В частности, такими синтетическими полимерами являются сложные полиэфиры. В последние годы резко вырос интерес к использованию полимеров молочной кислоты – полилактатов (PLA – в зарубежной литературе). Сырьем для получения исходной молочной кислоты служат такие культуры, как кукуруза, сахарный тростник, рис, картофель, маниока и др. По экономическим характеристикам PLA на сегодняшний день является самым конкурентоспособным биodeградируемым полимером. Таким образом, создание биоразлагаемых полимеров и образование инфраструктуры для переработки традиционных пластмасс – это два взаимодополняющих направления развития технологий для решения экологических проблем, которые позволят сократить количество полимерных отходов и улучшить экологическое состояние окружающей среды [6].

Рассмотрение альтернативных решений по снижению экологических проблем применения полимеров является актуальным, поэтому данные вопросы должны быть включены в учебные программы химических дисциплин. В процессе преподавания нам было важно обозначить взаимосвязь между пониманием студентами роли промышленных синтетических полимеров, как весьма устойчивых химических соединений в развитии технического прогресса (например, в качестве компонентов для создания композиционных материалов, новых адресных медицинских препаратов и др.) и экологическими проблемами, создаваемыми ими, а также альтернативными путями их разрешения.

#### Список использованной литературы

1. Тагер, А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер. – М.: Научный мир, 2007. – 573 с.
2. Бутылина, И.Б. Физико-химические и токсические свойства веществ: учебная программа для специальности 1-74 06 07 Управление охраной труда в сельском хозяйстве / И.Б. Бутылина, С.В. Слонская, Д.Т. Кожич. – Минск: БГАТУ, 2019. – 12 с.
3. Бутылина, И. Б. Химия: учебная программа для группы специальностей 74 06 Агроинженерия и специальностей: 1-36 12 01 Проектирование и производство сельскохозяйственной техники, 1-53 01 01-09 Автоматизация технологических процессов и производств (сельское хозяйство), 1-54 01 01-06 Метрология, стандартизация, и сертификация (АПК) / И.Б. Бутылина, С.В. Слонская. – Минск.: БГАТУ, 2019. – 27 с.
4. Шефтель, В.О. Полимерные материалы. Токсические свойства / В.О. Шефтель. – Л: Химия, 1982. – 240 с.
5. Bagheri, A.R. Fate of So-Called Biodegradable Polymers in Seawater and Freshwater / A.R. Bagheri, C. Laforsch, A. Greiner and S. Agarwal // Global Challenges. – July 14, 2017. – Vol. 1, Iss. 4. – P. 53–61.
6. Ляпков, А.А. Техника защиты окружающей среды. Учебное пособие / А.А. Ляпков, Е.И. Ионов. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 317 с.