

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

**В.А. Шумилин, ЕЛ. Зыкова, Н.И. Дроздова, Ю.А. Пролесковский**

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ  
С ОСНОВАМИ БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ**

**ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ  
для студентов 2 курса заочного факультета  
специальности 1-75 01 01 - «Лесное хозяйство»**

Гомель  
УО «ГГУ им. Ф. Скорины»  
2011

УДК  
ББК

С

**Рецензенты:**

А.В. Лысенкова, зав. кафедрой бионеорганической химии  
УО «Гомельский государственный медицинский университет»,  
кандидат химических наук, доцент;

Ю.М. Жученко, профессор кафедры химии УО «Гомельский  
государственный университет имени Франциска Скорины»,  
доктор биологических наук, профессор

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом  
учреждения образования «Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

**Шумилин, В.А.**

С Органическая химия с основами биохимии растений: задания  
к контрольной работе для студентов 2 курса заочного факультета  
специальности 1-75 01 01 - «Лесное хозяйство» / В.А. Шумилин, ЕЛ.  
Зыкова, Н.И. Дроздова, Ю.А. Пролесковский; М-во образования РБ,  
Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины.  
– Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. – 18 с.

ISBN

В сборнике содержатся задания контрольных работ, которые  
охватывают основные разделы органической химии, биохимии  
растений, а также требования к оформлению работ.

Задания содержат упражнения проблемно-исследовательского  
характера. Разнообразие упражнений и заданий позволит осуществить  
дифференцированный подход к оценке качества знаний студентов.

Адресованы студентам заочного факультета специальности  
1-75 01 01 - «Лесное хозяйство».

## Содержание

Введение.....	3
Содержание учебного материала.....	5
Требования к оформлению контрольной работы.....	13
Задания контрольной работы.....	6
Варианты заданий для выполнения контрольной работы.....	22
Литература .....	26

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМ.Ф.СКОРИНЫ

## Введение

Органическая химия относится к числу фундаментальных дисциплин и вместе с общей химией, физикой, математикой, биологией формирует основу знаний о материальном мире.

Биохимия растений – это наука, которая изучает состав, формирование, особенности компонентов растительной ткани, обмен веществ в процессе жизнедеятельности с целью познания химических основ жизни растений. Поэтому знания основ биохимии должны стать неотъемлемой частью подготовки специалистов лесного хозяйства, имеющих дело с растительным миром.

Цель преподавания дисциплины «Органическая химия с основами биохимии растений» - дать основы знаний органической химии, подводя студентов к пониманию биохимических процессов, необходимых для усвоения биологических дисциплин, таких как, физиология растений, генетика и селекция, экология, подсочка леса, лесное товароведение.

Задачи дисциплины – на основе изучения классической концепции органической химии о закономерностях структуры органических молекул и их химических свойств (базовых знаниях) развить абстрактное, логическое мышление, которое будет способствовать усвоению физических, химических и биологических свойств природных биологически активных веществ растений, которые характеризуются новыми чертами – функциями. Для реализации этой задачи учебная программа предусматривает разделение курса на две составляющих: базовую составляющую и специальные разделы.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные классы и номенклатуру органических веществ, их свойства на основе теоретических представлений о химическом строении и механизмах реакций;
- методы получения и природные источники органических веществ;
- нахождение в природе основных компонентов растительной ткани и биологически активных веществ, которые используются в лесном хозяйстве;
- иметь правильные представления о химическом строении и свойствах основных компонентов растительной ткани (углеводов, аминокислот, белков, липидов, нуклеиновых кислот);
- иметь представления о сущности биохимических процессов, протекающих в высших растениях.

**уметь:**

- классифицировать органические вещества, правильно отображать строение того или иного вещества в соответствии с его названием по номенклатурам, которые использует современная органическая химия;
- устанавливать связь между структурой и физико-химическими свойствами органического вещества;

- дифференцировать органические вещества в соответствии с их функциями в живой клетке и влияния на окружающую среду;
- прогнозировать химическое действие органических соединений, которые используются в качестве средств охраны леса и средств сельскохозяйственной химии;
- использовать полученные знания при изучении биологических дисциплин;
- разумно и грамотно использовать органические вещества в качестве стимуляторов роста, и средств охраны растений;
- решать экологические и другие инженерные задачи лесного хозяйства.

Контрольная работа представлена в виде заданий, охватывающих основные разделы органической химии и биохимии растений. Разнообразие заданий позволяет осуществлять дифференцированный подход при изучении программного материала.

## **Содержание учебного материала**

### **Введение**

Предмет и задачи органической химии с основами биохимии растений. Роль дисциплины в изучении состава, строения, свойств, функций и превращениях в растительном организме природных веществ - компонентов растительной ткани. Этапы развития современной биохимии растений. Источники органических соединений: нефть, природный газ, каменный и бурый уголь, древесина, сельскохозяйственное сырье.

### **Раздел 1 Общие теоретические основы органической химии**

Способы отображения химического строения органических молекул. Структурные формулы. Классификация органических веществ в зависимости от функциональной группы, и характера углеродной цепи. Гомология. Классификация атомов углерода. Структурная и пространственная изомерия, основные типы. Системы номенклатуры: тривиальная, рациональная, номенклатура IUPAC.

Ковалентная связь и способы ее образования. Три типа гибридизации атома углерода. Физические параметры связи: энергия, длина, пространственная ориентация, полярность и поляризуемость. Электронные смещения в молекулах. Индуктивный и мезомерный эффект.

Классификация органических реакций. Реакции замещения, присоединения, отщепления, перегруппировки. Разрыв и образование ковалентных связей. Понятие о реагенте и субстрате. Классификация реагентов. Радикальные, электрофильные и нуклеофильные реакции. Каталитические и ферментативные реакции.

### **Раздел 2 Углеводороды**

Алканы: гомологический ряд, номенклатура, конформационная изомерия. Способы получения алканов: гидрогенизация ненасыщенных углеводородов, реакция галогеналканов с натрием (реакция Вюрца), декарбоксилирование карбоновых кислот. Физические и биологические свойства алканов. Характеристика реакционной способности. Основные реакции алканов: галагенирование, нитрование, окисление. Относительная устойчивость первичных, вторичных и третичных и селективность реакции. Распространение в природе. Алканы как компоненты растительных восков и синтетические аттрактанты. Образование метана при анаэробном биологическом расщеплении целлюлозы; метаболическое расщепление алканов. Проблемы охраны окружающей среды и их решение. Накопление метана в атмосфере, парниковый эффект.

Ненасыщенные углеводороды: алкены, алкадиены, алкины. Общие формулы гомологических рядов. Важнейшие представители. Изомерия и номенклатура. Геометрическая изомерия. Z,E – номенклатура. Способы образования  $\pi$  – связей: дегидрогенизация алканов и алкенов, отщепление галогеноводорода от галогеналканов или дигалогеналканов, дегидратация спиртов. Правило Зайцева. Физические свойства. Характеристика реакционной способности ненасыщенных углеводородов. Реакции присоединения: гидрогенизация, присоединение галогеноводорода, галогенов, серной кислоты и воды (реакция гидратации). Механизм электрофильного присоединения галогеноводорода. Ряд устойчивости карбокатионов. Правило Марковникова, его электронное объяснение. Реакции ди-, три- и полимеризации. Понятие о мономере и полимере. Полиэтилен. Полиизопрен. Реакции окисления: мягкое окисление (реакция Вагнера); жесткое окисление с полным разрывом  $\pi$  – связей как метод определения строения. Особенности строения и реакции алкадиенов с сопряженными связями. Кислотный характер алкинов с концевой тройной связью. Ацетилениды. Качественные реакции на ненасыщенные углеводороды. Промышленное применение. Распространение в природе. Этилен как фитогармон. Растительные пигменты: каратин, ликопин, микотицин.

Карбоциклические углеводороды. Циклоалканы: структура, классификация, изомерия и номенклатура. Конформации циклогексана. Химические свойства малых и средних циклов. Связь между размером цикла и реакционной способностью. Сравнение со свойствами алканов и алкенов. Распространение в природе. Пиретрины – природные инсектициды.

Арены (ароматические углеводороды). Изомерия и номенклатура. Важнейшие представители: бензол, метилбензол, нафталин, антрацен. Строение бензола. Ароматичность. Правило Хюккеля. Устойчивость ароматического кольца. Свободнорадикальные реакции аренов с боковой цепью – реакции алканов: галогенирование, нитрование, окисление. Реакции электрофильного замещения по ароматическому кольцу: галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование. Правила ориентации. Заместители первого и второго рода и их влияние на направление и скорость

реакции. Физические и биологические свойства ароматических соединений, экологические проблемы их использования.

### **Раздел 3 Функциональные производные углеводов**

Спирты и фенолы: строение, классификация, номенклатура и изомерия. Важнейшие представители. Способы получения спиртов: гидролиз галогенопроизводных, гидратация алкенов, восстановление альдегидов и кетонов, ферментативный синтез. Способы получения фенолов: кумольный метод, на основе арилсульфоновых кислот, гидролиз арилгалогенидов. Физические свойства. Образование водородных связей и их влияние на физические константы. Понятие о кислотности и основности в органической химии. Спирты как амфотерные вещества. Фенолы – слабые кислоты. Ряд усиления кислотности: спирт – вода – многоатомный спирт – фенол – нитрофенол – угольная кислота – уксусная кислота. Химические свойства. Реакции спиртов и фенолов с активными металлами и гидроксидами металлов. Реакции замещения гидроксильной группы спиртов на галоген. Образование эфиров с кислотами. Дегидратация спиртов как метод получения алкенов и эфиров. Образование эфиров реакцией алкилирования алкоголятов и фенолятов. Расщепление эфирной связи концентрированной HCl. Окисление спиртов и фенолов. Реакции фенолов по ароматическому кольцу: бромирование, нитрование. Качественные реакции на одно- и многоатомные спирты и фенолы. Биологические свойства, токсичность фенолов. Отдельные представители. Распространение в природе: дубильные вещества катехины, растительные пигменты антоцианы и хальконы, растительные антиоксиданты, душистые вещества растений. Фенольная природа лигнина, представления о его химическом строении и роли в растениях.

Альдегиды и кетоны: классификация, номенклатура и изомерия. Физические свойства. Строение карбонильной группы, реакционная способность, сравнение с двойной связью в алкенах. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения: циановодорода, сероводорода, спиртов (получение полуацеталей и ацеталей). Реакции замещения с гидроксиламином, фенилгидразином, галогенами. Реакции восстановления карбонильных соединений. Реакции окисления альдегидов: кислородом воздуха, гидроксидом меди, гидроксидом серебра (реакция «серебряного» зеркала). Окисление кетонов. Правило Попова. Йодоформная реакция на метилкетоны. Отличия химических свойств альдегидов и кетонов. Качественные реакции. Отдельные представители, их применение: формальдегид, ацетальдегид, ацетон, бензальдегид, акролеин. Распространение в природе.

Карбоновые кислоты и их производные. Монокарбоновые кислоты. Классификация. Номенклатура и изомерия. Способы получения: окисление органических веществ, гидролиз нитрилов и других производных кислот. Физические свойства, влияние водородных связей. Электронное строение

карбоксовой группы и карбоксилат-иона. Кислотность и ее зависимость от строения углеводородного радикала. Химические свойства. Реакции по карбоксовой группе как метод получения функциональных производных кислот: солей, галогенангидридов, ангидридов, эфиров и амидов. Понятие о реакции ацетилирования. Гидролиз производных кислот как способность получения исходных кислот. Реакции по углеводородному радикалу как метод получения замещенных кислот (реакция галогенирования). Отношение карбоновых кислот к окислителям: ферментативное окисление. Качественные реакции. Важнейшие представители монокарбоновых кислот, биологическая роль, распространение в природе, нахождение в цитоплазме и клеточном соке растений.

Дикарбоновые кислоты: щавелевая, малоновая, янтарная. Их строение, физические свойства, содержание в растениях, участие в биохимических превращениях. Особенности химических свойств: получение двух рядов производных, отношение к нагреванию.

Ненасыщенные кислоты: малеиновая, фумаровая, олеиновая, линолевая и линоленовая. Их строение, физические и химические свойства, распространение в природе. Биологическая роль.

Природные гидроксикислоты и оксокислоты. Алифатические гидроксикислоты. Структура. Классификация. Номенклатура. Важнейшие природные гидроксикислоты: гликолевая, молочная, яблочная, винная и лимонная. Их химическое строение, энантиомерия, распространение и содержание в растениях, роль в биологических циклах и практическое значение. Химические свойства: реакции по спиртовому гидроксилу, реакции по карбоксовой группе, отношение к нагреванию. Лактиды и лактоны.

Ароматические гидроксикислоты (фенолоксикислоты). Распространение в природе. Общая характеристика физических и химических свойств. Важнейшие представители. Салициловая кислота и ее производные (аспирин, салол). Содержание в растениях, физиологическое действие. Галловая кислота и ее производные (дигалловая, элаговая кислоты). Их содержание в растениях, дубильное действие. Превращение галловой кислоты в элаговую. Строение китайского и турецкого танина.

Оксокислоты. Структура. Участие в процессах жизнедеятельности. Моно- и дикарбоновые кислоты с оксо-группой: 2-оксопропановая (пировиноградная), щавелевоуксусная, щавелевоянтарная и 2-оксоглутаровая кислоты. Образование оксокислот в результате дегидрогенизации гидроксикислот: яблочная – щавелевоуксусная. Реакции декарбоксилирования под действием ферментов: щавелевоуксусная – пировиноградная - уксусный альдегид – уксусная кислота.

#### **Раздел 4 Углеводы**

Моносахариды. Классификация моносахаридов: по характеру карбонильной группы (альдозы, кетозы), количеству атомов углерода (тетрозы, пентозы, гексозы) и химической природе (нейтральные, кислые, дезоксисахара, аminosахара). Строение оксо-формы моносахаридов.

Оптическая изомерия. Оптическая активность и ее определение. Энантиомеры и диастереомеры. Глицериновый альдегид. Проекционные формулы Фишера и правила их применения. Расчет числа изомеров. D- и L-ряды. Строение наиболее распространенных в живой природе моносахаридов. Пентозы: D-рибоза, 2-дезоксид- D-рибоза, D-ксилоза, L-арабиноза, D-рибулоза. Гексозы: D-глюкоза, D-моноза, D-галактоза, D-фруктоза. Циклические формы. Перспективные формулы Хеварта. Явление мутаротации, ее химическая и физическая сущность. Пирозидные и фуранозидные формы пентоз и гексоз. Конформационные формулы. Химические свойства. Реакции с участием карбонильной группы: восстановление, мягкое и жесткое окисление, образование озаонов. Реакции с участием спиртовых гидроксильных групп: алкилирование, ацетилирование, фосфорилирование, кислотная дегидратация. Полуацетальная форма и полуацетальный гидроксил, особенности их химических свойств. Образование гликозидов и их свойства. Природные гликозиды. Кониферин. Сирингин. Нуклеозиды. Цветные реакции на углеводы.

Олигосахариды: структура, классификация. Дисахариды как важнейшие природные представители. Невосстанавливающие олигосахариды: сахароза, трегалоза, раффиноза, стахиоза. Содержание в растениях. Строение, тип гликозидной связи, характеристика химических свойств. Восстанавливающие дисахариды: мальтоза, целлобиоза, рутиноза, самбубиоза. Строение, тип гликозидной связи, получение гликозидов, содержание в растениях. Ферментативный и кислотный гидролиз. Реакции окисления.

Полисахариды. Крахмал. Нахождение в растениях и биологическая роль. Амилоза и амилопектин. Строение, физические и химические свойства. Кислотный и ферментативный гидролиз крахмала: декстрины, мальтоза, глюкоза. Крахмал как пищевой продукт.

Целлюлоза. Содержание в растениях, ее биохимическая роль. Химический состав и строение. Целлюлоза как ценнейшее возобновляемое сырье для химической переработки. Ферментативный и кислотный гидролиз. Гидролизный спирт. Ацетаты и нитраты целлюлозы. Получение. Применение.

Гемицеллюлозы как нецеллюлозные полисахариды клеточных стенок растений. Содержание в растениях, биологическая роль. Общие представления о химическом строении. Маннаны, галактаны, ксиланы. Отличия физических и химических свойств от целлюлозы. Другие представители гомополисахаридов: гликоген, фруктозаны, пектиновые вещества, калоза; гетерополисахаридов: камеди (гуми) и слизи, альгиновая кислота, агар-агар. Строение, биологическая роль, нахождение в растениях.

## **Раздел 5 Амины, аминокислоты и белки**

Амины: классификация, номенклатура и изомерия. Способы получения: алкилирование аммиака и аминов, восстановление нитропроизводных, ферментативное декарбоксилирование аминокислот.

Физические свойства. Аминогруппа – носитель основности. Ряд ослабления основности, его объяснение: вторичный амин – первичный амин – аммиак – ароматический амин – амид. Химические свойства: солеобразование, алкилирование, ацетилирование. Реакции аминов с азотистой кислотой как аналитический метод распознавания. Соль диазония и получение азокрасителя с  $\beta$ -нафтолом. Реакции аминов по ароматическому кольцу. Применение аминов и их производных.

Природные аминокислоты: классификация,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$  – и другие аминокислоты; алифатические, ароматические и гетероциклические аминокислоты. Номенклатура. Незаменимые и заменимые аминокислоты. Физические свойства. Нейтральные, кислотные и основные аминокислоты. Структура биполярного иона, катионная и анионная формы молекул в растворах. Изоэлектрическая точка. Причина высокой температуры плавления аминокислот. Оптическая активность. D- и L- ряды. Химические свойства. Реакции по аминогруппе: получение солей, N-ацильных и N-алкильных производных. Бетаины и их образование с участием метионина. Биохимическое и химическое дезаминирование и переаминирование аминокислот. Реакции по карбоксильной группе: солеобразование, образование эфиров, хлорангидридов и амидов. Биохимическое декарбоксилирование. Превращения аминокислот при нагревании. Цветные реакции на аминокислоты.

Белки – важнейшая составная часть всех живых организмов. Структура. Распространение в природе, их биологическая роль. Химический состав, классификация по происхождению, химическому строению, форме молекул и растворимости. Функциональная классификация. Протеины: проламины, склеропротеины, альбумины, глобулины. Протеиды: фосфопротеиды, хромопротеиды, нуклеопротеиды, гликопротеиды, липопротеиды, металлопротеиды. Характерные признаки каждого класса, примеры. Фермент-протеины и фермент-протеиды – катализаторы биологических процессов в растительной клетке (оксиредуктазы, трансферазы, гидролазы, декарбоксилазы, синтетазы). Химическое строение пептидов. Пептидная связь. Уровни пространственного строения белков: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура. Общая характеристика каждой структуры и природа ее стабилизации. Химические свойства белков: амфотерный ионный характер макромолекул, химический и ферментативный гидролиз, денатурация. Ассимиляция и синтез белков в растениях. Качественные реакции на белки.

## **Раздел 6 Липиды**

Жиры и масла. Высшие алифатические кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая и арахидоновая. Их химическое строение, краткая характеристика. Триглицериды: животные жиры и растительные масла, их химический состав и строение. Йодное число. Подсолнечное, льняное, конопляное и оливковое масла. Физические

свойства. Ферментативный и химический гидролиз триглицеридов. Понятие о церамидах, сфингазин.

Воска: распространение в природе, химический состав, функции. Физические свойства. Химическое строение карнаубского (пальмовое дерево) и пчелиного воска. Практическое использование.

Фосфолипиды: фосфоглицериды и фосфосфинголипиды – главные компоненты биологических мембран растительных и животных клеток. Представления о химическом строении. Фосфатидная кислота, ее строение и биологическая роль. Лецитин (1,2- диацетилглицерофосфохолин). Строение, мембранное действие.

Изопреноиды. Изопрен, изопреновое правило построение изопреноидов. Классификация, распространение в природе, биологическая роль. Монотерпены: алифатические (мирцен, гераниол, цитраль), моноциклические (лимонен, ментол, карвон) и бициклические ( $\alpha$ - и  $\beta$ -пинены, камфора). Их химическое строение, физические свойства, содержание в растениях. Сесквитерпены: абстизовая кислота как ингибитор роста растений. Дитерпены: фитол, смоляные кислоты. Левопимаровая и абиетиновая кислоты, их строение и значение. Канифоль. Тетратерпены: ликопен, каротен как провитамин А. Распространение в природе. Политерпены: пластохинон, каучук, гуттаперча, полипренолы, их строение, физические свойства, биологическая роль. Представление о фитостеринах.

## **Раздел 7 Гетероциклические ароматические соединения и нуклеиновые кислоты**

Общие представления о гетероциклических соединениях. Классификация, распространение в природе. Ароматичность гетероциклов. Наиболее важные азотзамещенные представители: пиррол, пиридин, индол, пиримидин, пуридин. Строение и особенности химического поведения.

Производные пиридина, пиррола и индола. Никотиновая кислота, никотинамид. Их строение и роль в образовании коферментов. Пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксальсульфат; роль в процессе фотосинтеза, дыхания и других биохимических реакциях живой клетки. Триптофан. Ауксины как стимуляторы роста растений. Индолилуксусная кислота. Порфирины – важнейший природный кофермент на их основе – хлорофилл а и в, его строение и роль в процессе фотосинтеза.

Производные пиримидина и пурина. Главные структурные элементы нуклеиновых кислот. Производные пиримидина: урацил, тимин, цитозин. Производные пурина: аденин и гуанин. Их строение, основность, ароматичность.

Нуклеиновые кислоты как наиболее важные биополимеры живой клетки по осуществлению синтеза белка, хранения и передачи генетической информации. Первичная структура. Химический состав дезоксирибонуклеиновой (ДНК) и рибонуклеиновой (РНК) кислот, физические свойства

трифосфат (АТФ). АТФ как энергетический источник биохимических реакций. Образование полимерной цепи нуклеиновых кислот. Представления о пространственном строении макромолекул ДНК и РНК, их биохимической роли.

### **Раздел 8 Биохимия фотосинтеза**

Фотосинтез как физический, химический и биологический процесс окислительно-восстановительного преобразования  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  в углеводы и другие органические вещества. Компоненты фотосинтетического аппарата зеленого листа растений. Роль молекулы хлорофилла. Световая стадия фотосинтеза, фотолиз воды. Темновая стадия. Понятие об углеводном цикле Кальвина. Общие представления о преобразовании органических веществ в процессе роста и развития растений.

### **Раздел 9 Биологически активные органические вещества в лесном хозяйстве**

Классификация биологически активных соединений, используемых при посадке и выращивании леса. Пестициды: инсектициды, гербициды, фунгициды. Регуляторы роста растений: репелленты, аттрактанты, хемотренизаторы. Представители, сущность биологического действия. Экологические аспекты использования.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМ.

## **Требования к оформлению контрольной работы**

1. Вариант контрольной работы студенту определяет преподаватель, ведущий дисциплину.
2. Контрольная работа выполняется в отдельной тетради с широкими полями для замечаний рецензента. Текст заданий переписывается полностью непосредственно перед ответом. Ответы на задания даются в той последовательности и под теми номерами, как они приведены в контрольном задании.
3. Формулы, используемые для решения задач, необходимо записать в общем виде, пояснить входящие в них величины, подставить численные значения и провести вычисления. Каждое выполняемое при решении задач действие необходимо пояснить. Ответы на теоретические вопросы должны быть конкретными и лаконичными.
4. При возникновении затруднений у студента в процессе подготовки контрольной работы следует обращаться за консультацией на кафедру химии.
5. В конце работы необходимо привести список использованных источников. Выполненная и оформленная в соответствии с требованиями контрольная работа подписывается студентом с указанием даты ее выполнения.
6. Студент должен представить контрольную работу на рецензирование не позже установленного графиком учебного процесса срока.
7. Рецензирование и защита контрольной работы проводится в соответствии с «Положением о контрольной работе студента заочного факультета и порядке ее рецензирования» от 23 февраля 2005 года.
8. Все сделанные рецензентом замечания студент обязан учесть и внести в работу необходимые исправления и дополнения.
9. Студенты, не получившие зачета по контрольной работе, к экзамену по соответствующей дисциплине не допускаются.

## Задания контрольной работы

1. Напишите структурные формулы углеводородов и назовите их по международной номенклатуре:
  - а) метилэтилпропилметан,
  - б) метилдиизопропилметан,
  - в) диметилдиэтилметан,
  - г) этилпропилбутилметан,
  - д) ди-трет-бутилметан,
  - е) метилизопропилизобутилметан,
  - ж) метилди-втор-бутилметан,
  - з) диметилизопропилметан.
2. Приведите формулы углеводородов и назовите их по рациональной номенклатуре:
  - а) 4-метилгептан,
  - б) 3-этилгексан,
  - в) 2,2,3-триметилпентан,
  - г) 2,2-диметил-3-этилоктан,
  - д) 2,2,4,4-тетраметилнонан,
  - е) 2,4,6-триметил-3,5-диэтилгептан.
3. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров радикалов:  $C_3H_7$ ,  $C_4H_9$ ,  $C_5H_{11}$  и назовите их.
4. Объясните, правильно ли построены следующие названия углеводородов: а) 2-этилгексан, б) 2,2,5-триметилгептан, в) 2-метил-3-изопропил-пентан, г) 3-этилгептан, д) 1-метил-3-этилнонан? Исправьте неверные названия.
5. Приведите уравнения реакций хлорирования метана, пропана и 2-метилбутана. Поясните механизм реакций замещения парафинов.
6. Какие углеводороды получаются при действии металлического натрия на смеси галогенопроизводных: а) йодистый метил и йодистый этил; б) бромистый этил и хлористый пропил; в) бромистый изоамил и бромистый этил? Каким образом по реакции Вюрца можно получить 3-метилгексан? Напишите уравнения химических реакций.
7. Какие углеводороды образуются при нагревании с едким натром следующих веществ: а)  $CH_3CH_2COONa$ , б)  $CH_3CH_2CH_2COONa$ , в)  $(CH_3)_2CHCH_2COONa$ ? Какой объём метана можно получить из 50 г безводного уксуснокислого натрия?
8. Под действием электрического разряда метан превращается в ацетилен. Во сколько раз уменьшиться или увеличится объём газа; В каких весовых и объёмных соотношениях реагируют этан и хлор при получении хлористого этила?
9. Рассмотрите особенности строения и механизм реакций электрофильного присоединения олефинов. В чём заключается сущность правила Марковникова? Разберите его на примере пропилена.

10. Приведите уравнения реакций полимеризации этилена, пропилена, изобутилена. Рассмотрите техническое применение полимеров. Укажите основные промышленные и лабораторные способы получения этилена, приведите уравнения реакций.
11. При нагревании галогенпроизводного парафина со спиртовым раствором щёлочи получается непредельный углеводород. Какие алкены получаются в этих условиях из: а) йодистого изобутила, б) 2-бромпентана, в) 3-хлорпентана, г) 3-бром-2,2-диметилпентана, д) 2-бром-2-метилбутана?
12. Приведите уравнения реакций окисления водным раствором перманганата калия при низкой температуре (реакция Вагнера) следующих углеводородов: а) гептен-2, б) триметилэтилен, в) симм.-метилизопропилэтилен, г) несимм.-метилэтилэтилен.
13. Рассчитайте сколько процентов гексена-1 содержится в смеси с гексаном, если 5 г такой смеси присоединяют 8 г брома.
14. С помощью каких качественных реакций можно отличить:  
а) этан и ацетилен, б) этилен и ацетилен, в) этилацетилен, диметилацетилен, пропилен, г) пентан, пентен-2 и пентин-1?
15. Напишите уравнения реакции Кучерова для следующих соединений:  
а) ацетилен, б) пропин-1, в) пентин-1, г) гексин-3, д) изопропилацетилен. Укажите условия, назовите конечные продукты.
16. Сколько граммов бромистого винила надо взять, чтобы при действии спиртового раствора щелочи получить 1,12 л ацетилена (в нормальных условиях)?
17. Определите структурную формулу углеводорода  $C_6H_{10}$ , который при гидрировании дает 2-метилпентан, в условиях реакции Кучерова образует кетон и не взаимодействует с аммиачным раствором окиси серебра.
18. При присоединения двух атомов брома к диеновому углеводороду образовался 2,5-дибромгексен-3. Напишите формулу исходного углеводорода и назовите его.
19. Напишите уравнения реакций взаимодействия йодистого пропила с: а) гидроксидом калия (водный раствор), б) гидроксидом калия (спиртовой раствор), в) аммиаком, г) цианистым калием, д) этилатом натрия. Назовите образующиеся вещества.
20. Приведите уравнения химических реакций, с помощью которых можно различить изомерные 1,2-дибромэтан и 1,1-дибромэтан.
21. Рассмотрите способы получения всех изомеров нитро-хлорбензола из бензола при помощи реакций электрофильного замещения. Приведите соответствующие уравнения реакций.

22. Осуществите цепочку превращений: бензол  $\rightarrow$  нитробензол  $\rightarrow$  м-этилнитробензол  $\rightarrow$  м-нитробензойная кислота  $\rightarrow$  м-аминобензойная кислота. Приведите соответствующие уравнения реакций и их условия.
23. Приведите уравнения следующих химических реакций для толуола: а) окисления, б) сульфирования, в) хлорирования в ядро и в боковую цепь. Приведите соответствующие уравнения реакций и укажите условия их проведения. Назовите продукты реакций.
24. Исходя из карбида кальция, получите м-бромтолуол с использованием неорганических и органических реагентов с указанием условий проведения реакций. Назовите промежуточные продукты реакций.
25. Исходя из этена, получить 2,4,6-тринитротолуол с указанием условий проведения реакций. Назовите промежуточные продукты реакций.
26. Что такое фенолы и ароматические спирты? Сравните их химические свойства, приведите примеры и конкретные уравнения реакций. Запишите уравнения реакций фенола с: а) гидроксидом натрия, б) бромом. Назовите полученные соединения.
27. Объясните кислотные свойства фенола с точки зрения электронной теории. Рассмотрите общие свойства и различия фенолов и предельных одноатомных спиртов; приведите соответствующие уравнения реакций.
28. Отобразите схемы реакций, лежащих в основе промышленных методов получения фенола: а) из бензолсульфо кислоты, б) из хлорбензола, в) кумольным способом. Какое преимущество перед другими имеет последний метод?
29. Приведите уравнения реакций бензилового спирта с: а) натрием, б) уксусной кислотой в присутствии серной кислоты, в) пентахлоридом фосфора. Назовите продукты реакций.
30. Каковы особенности химического поведения о- и п- диоксибензолов по сравнению с фенолом? Приведите соответствующие уравнения реакций и назовите продукты реакций.
31. Изоамиловый спирт дегидратировали, полученное соединение обработали бромистым водородом, а продукт реакции гидролизировали водным раствором щелочи. Приведите уравнения реакций и назовите промежуточные и конечные продукты по международной номенклатуре.
32. Приведите реакции окисления первичного изобутилового спирта, вторичного изоамилового спирта и третичного бутилового спирта. Назовите исходные и полученные соединения по международной номенклатуре.
33. Какие вещества образуются при взаимодействии йодистого метилмагния со следующими карбонильными соединениями (с последующим

- гидролизом): а) формальдегид, б) ацетальдегид, в) метилэтилкетон? Назовите их по международной номенклатуре.
34. Приведите реакции получения масляного альдегида сухой перегонкой кальциевых солей соответствующих карбоновых кислот и взаимодействия полученного альдегида с одной и двумя молекулами этанола. Назовите полученные соединения.
35. Приведите реакции альдольной и кротоновой конденсации: а) уксусного альдегида, б) изомаляного альдегида, в) муравьиного альдегида. Назовите продукты реакций. К каким классам органических соединений они относятся?
36. Установите структуру вещества  $C_3H_6O$ , если оно восстанавливает реактив Фелинга, дает реакцию серебряного зеркала, а при действии пятихлористого фосфора образует соединение  $C_3H_6Cl_2$ . Приведите соответствующие уравнения реакций.
37. При окислении спирта  $C_7H_{16}O$  вначале образуется кетон  $C_7H_{14}O$ , дальнейшее окисление которого дает смесь кислот: уксусной, пропионовой, масляной, валериановой. Установите структурную формулу исходного спирта и назовите его. Приведите соответствующие уравнения реакций.
38. Рассмотрите, как изменяется сила кислот в гомологическом ряду одноосновных предельных кислот (муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, валериановая). Объясните эту закономерность с позиции электронных представлений. Сопоставьте силу галогенокарбоновых и соответствующих им карбоновых кислот.
39. С помощью каких характерных качественных реакций можно отличить предельные и непредельные одноосновные кислоты; предельные двухосновные и оксикислоты? Приведите соответствующие уравнения реакций.
40. Как из пропионовой кислоты получить пировиноградную кислоту? Приведите соответствующие уравнения реакций.
41. Объясните виды изомерии моносахаридов. Какие атомы углерода называются ассиметрическими? Как влияет количество ассиметрических атомов углерода на число пространственных изомеров?
42. Охарактеризуйте важнейшие представители пентоз и гексоз. Приведите характерные качественные реакции на моносахариды. Укажите основные природные источники моносахаридов и способы их получения.
43. Рассмотрите химические свойства моносахаридов. Какие виды брожения моносахаридов Вам известны? Приведите соответствующие уравнения реакций.

44. Приведите уравнения реакций гидролиза сахарозы, мальтозы, лактозы, целлобиозы и трегаллозы (укажите условия). Объясните строение указанных дисахаридов, отобразите их структурные формулы.
45. С помощью каких химических реакций можно отличить лактозу от сахарозы? Рассмотрите химические особенности строения лактозы. К какой группе дисахаридов она относится?
46. Объясните строение крахмала и целлюлозы. Из каких основных фракций состоит крахмал? Какими особенностями строения обладает гликоген?
47. Какие промежуточные и конечные вещества получаются при гидролизе крахмала и целлюлозы? Укажите условия процесса гидролиза, запишите схему гидролиза.
48. Перечислите реакции и приведите соответствующие уравнения, по которым можно доказать наличие спиртовых гидроксильных групп в молекуле целлюлозы.
49. Приведите реакции получения триацетата и тринитрата целлюлозы, используя формулы Хеурзса. Какое практическое значение имеют эти вещества?
50. В чем отличия физических и химических свойств гемицеллюлоз от целлюлозы? Маннаны, галактаны, ксиланы: содержание в растениях, биологическая роль.
51. Какими основными способами можно получить первичные, вторичные и третичные амины? Приведите соответствующие уравнения реакций и назовите продукты реакций.
52. Приведите уравнения реакций изомаляновой кислоты с бромом и полученного соединения с избытком аммиака. Назовите полученные соединения.
53. По какой реакции различают первичные, вторичные и третичные ароматические амины? Приведите уравнения для каждого типа аминов, назовите исходные вещества и конечные продукты.
54. Приведите уравнение реакции восстановления нитробензола (по Зинину) и взаимодействия полученного продукта с: а) соляной кислотой, б) уксусной кислотой, в) раствором нитрита натрия в кислой среде. На примере молекулы анилина рассмотрите свойства аминогруппы как заместителя первого рода.
55. Приведите уравнение реакции диазотирования анилина. При каких условиях протекает указанная реакция? Отобразите реакцию азосочетания полученного диазосоединения с  $\beta$ -нафтолом. С какой целью проводят данную реакцию в промышленности?
56. Приведите структурные формулы любой  $\alpha$ -,  $\beta$ -, и  $\gamma$ -аминокислоты; алифатической, ароматической и гетероциклической аминокислоты.

Назовите их. Отметьте ассиметрические атомы углерода. Какие аминокислоты ( $\alpha$ -,  $\beta$ - или  $\gamma$ -) принимают участие в биосинтез белков? Почему аминокислоты делят на заменимые и незаменимые?

57. Чем определяется нейтральный, кислотный и основной тип аминокислоты. Приведите структурные формулы следующих аминокислот: глицин, аланин, глутаминовая кислота, метионин, тирозин, аспарагиновая кислота, лизин. На любых примерах отобразите структуру биполярного иона, катионной и анионной формы молекул аминокислот в растворах? Что такое изоэлектрическая точка растворов аминокислот?
58. Приведите уравнение реакции образования трипептида, образованного аланином, глицином и триптофаном. Отметьте пептидные группы.
59. Отобразите уровни пространственного строения белков: первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры. Дайте общую характеристику каждой структуре и природы ее стабилизации.
60. Охарактеризуйте химические свойства белков: амфотерный ионный характер макромолекул; химический и ферментативный гидролиз. Что такое денатурация белков? Приведите качественные реакции на белки и объясните, чем эти реакции обусловлены.
61. Отобразите структурные формулы высших алифатических кислот: пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и линоленовой. Каково их соотношение в животных жирах и растительных маслах? Триглицерид какой кислоты находится в наибольшем количестве в оливковом масле? Что такое йодное число? Приведите уравнение реакции щелочного гидролиз тристеарата глицерина. С какой целью указанную реакцию проводят в промышленности?
62. Охарактеризуйте распространение в природе и химический состав восков. В чем проявляются их защитные функции? Отобразите химическое строение карнаубского (пальмовое дерево) и пчелиного воска.
63. Приведите классификацию фосфолипидов. В чем особенности их химического строения. Каковы биологические функции фосфолипидов в растительных и животных клетках?
64. Чем принципиально отличается химическое строение фосфотидной кислоты от строения жиров? Охарактеризуйте ее биологическая роль.
65. Чем принципиально отличается химическое строение лецитина от строения жиров? Охарактеризуйте его биологическая роль.
66. Приведите классификацию монотерпенов. Охарактеризуйте их химическое строение, физические свойства и биологическую роль в растениях.
67. Приведите классификацию дитерпенов. Охарактеризуйте их химическое строение, физические свойства и биологическую роль в растениях.

68. Приведите классификацию тетратерпенов. Охарактеризуйте их химическое строение, физические свойства и биологическую роль в растениях.
69. Приведите классификацию политерпенов. Охарактеризуйте их химическое строение, физические свойства и биологическую роль в растениях.
70. Охарактеризуйте особенности химического строения и биологическую роль фитостеринов в высших растениях.
71. Приведите классификацию гетероциклических соединений. Отобразите структурные формулы наиболее важных азотзамещенных представителей - пиррола, пиридина, индола, пиримидина и пурина. Каковы особенности их химических свойств.
72. Напишите структурные формулы никотиновой кислоты, никотинамида. В чем проявляется их роль в образовании коферментов?
73. Напишите структурные формулы пиридоксина, пиридоксаля, и пиридоксальсульфата. Какова их роль в процессе фотосинтеза, дыхания и других биохимических реакциях живой клетки?
74. Что такое ауксины, каково их химическое строение и какую роль они выполняют в растении?
75. Приведите структурные формулы азотистых оснований, производных пиримидина и пурина, которые являются структурными компонентами нуклеиновых кислот. Назовите их. Что такое комплиментарность? Отобразите образование водородных связей в соответствующих комплиментарных парах. Какое азотистое основание отсутствует в первичной структуре РНК и ДНК, соответственно?
76. Охарактеризуйте первичную структуру и химический состав дезоксирибонуклеиновой (ДНК) и рибонуклеиновой (РНК) кислот. Чем нуклеотиды отличаются от нуклеозидов? Каким образом нуклеотиды связываются в полимерную цепь? Покажите это на примере любого нуклеотида.
- 77.

80. Приведите структурные формулы окисленной и восстановленной формы НАДФ. Какова основная биологическая функция этого соединения?
81. Фотосинтез: биологическая роль процесса, краткая схема основных этапов и характеристика веществ, участвующих в световой и темновой стадиях фотосинтеза.
82. Охарактеризуйте компоненты фотосинтетического аппарата зеленого листа растений и роль молекулы хлорофилла. Какие процессы происходят на световой стадии фотосинтеза?
83. Охарактеризуйте строение хлорофилла *a* и *b*, и его роль в процессе фотосинтеза.
84. Охарактеризуйте процессы, происходящие на темновой стадии фотосинтеза. Укажите основные этапы углеводного цикла Кальвина. Какие вещества участвуют и образуются на каждом этапе?
85. Приведите классификацию биологически активных соединений, используемые при посадке и выращивании леса. Охарактеризуйте роль этих соединений.
86. В чем характер действия контактных и системных инсектицидов? Приведите структурные формулы отдельных представителей. Каковы экологические аспекты их использования?
87. Приведите классификацию гербицидов. В чем характер их биологического действия? Отобразите структурные формулы отдельных представителей. Каковы экологические аспекты их использования?
88. В чем проявляется характер биологического действия фунгицидов? Приведите структурные формулы их отдельных представителей. Какие из них являются наиболее эффективными?
89. Приведите классификацию регуляторов роста растений. Отобразите структурные формулы отдельных представителей и объясните сущность биологического действия.
90. Приведите классификацию пестицидов по форме использования, выполняемым функциям, химическому составу. Каковы экологические аспекты их использования?

### Варианты заданий для выполнения контрольной работы

Вариант	Номера задач								
<b>1</b>	1	11	21	31	41	51	61	71	81
<b>2</b>	2	12	22	32	42	52	62	72	82
<b>3</b>	3	13	23	33	43	53	63	73	83
<b>4</b>	4	14	24	34	44	54	64	74	84
<b>5</b>	5	15	25	35	45	55	65	75	85
<b>6</b>	6	16	26	36	46	56	66	76	86
<b>7</b>	7	17	27	37	47	57	67	77	87
<b>8</b>	8	18	28	38	48	58	68	78	88
<b>9</b>	9	19	29	39	49	59	69	79	89
<b>10</b>	10	20	30	40	50	60	70	80	90
<b>11</b>	4	15	24	37	45	54	65	74	83
<b>12</b>	2	12	23	31	42	54	64	76	86
<b>13</b>	6	16	26	37	47	56	66	77	88
<b>14</b>	10	20	33	40	49	52	61	73	84
<b>15</b>	8	18	28	36	46	57	67	75	85
<b>16</b>	9	19	29	38	48	59	66	74	81
<b>17</b>	3	13	23	34	44	53	64	75	86
<b>18</b>	7	17	27	34	43	55	66	77	88
<b>19</b>	5	15	25	32	42	53	63	74	84
<b>20</b>	1	12	23	33	49	60	62	71	83

<b>21</b>	8	18	30	36	46	56	67	77	87
<b>22</b>	6	16	26	34	43	54	63	75	83
<b>23</b>	10	17	27	33	45	53	64	74	85
<b>24</b>	4	14	24	32	43	52	65	72	83
<b>Вариант</b>	<b>Номера задач</b>								
<b>25</b>	5	15	25	31	42	51	65	74	85
<b>26</b>	3	13	24	33	50	58	67	78	82
<b>27</b>	1	11	21	38	45	60	69	79	89
<b>28</b>	2	12	22	39	49	59	61	71	81
<b>29</b>	4	20	25	40	48	55	64	75	85
<b>30</b>	9	19	29	37	47	57	66	78	86
<b>31</b>	7	17	27	32	42	53	63	77	87
<b>32</b>	8	18	28	39	49	51	68	78	88
<b>33</b>	10	19	29	38	48	58	66	72	86
<b>34</b>	2	12	22	37	47	56	66	76	90
<b>35</b>	6	16	27	36	44	60	68	78	88
<b>36</b>	3	20	23	35	45	53	63	74	84
<b>37</b>	5	15	25	34	43	55	66	75	83
<b>38</b>	4	14	24	33	43	53	61	75	81
<b>39</b>	1	11	21	32	43	54	65	76	87
<b>40</b>	5	15	30	34	43	55	65	72	86
<b>41</b>	4	12	22	32	50	52	63	76	87
<b>42</b>	6	14	26	36	46	57	67	77	88
<b>43</b>	5	16	27	34	44	54	63	73	82
<b>44</b>	7	18	29	39	49	59	69	78	85

<b>45</b>	3	17	25	32	43	53	65	75	89
<b>46</b>	4	20	22	37	47	59	64	72	83
<b>47</b>	6	12	24	38	50	58	68	74	84
<b>48</b>	10	17	28	31	41	51	61	75	86
<b>Вариант</b>	<b>Номера задач</b>								
<b>49</b>	6	13	25	35	46	51	69	79	81
<b>50</b>	1	12	23	37	50	52	63	71	83
<b>51</b>	2	15	24	33	45	56	67	72	84
<b>52</b>	3	14	26	36	47	60	66	73	85
<b>53</b>	4	16	27	38	49	57	65	74	86
<b>54</b>	5	17	29	40	48	59	64	75	87
<b>55</b>	7	18	30	39	44	55	62	76	82
<b>56</b>	8	19	21	33	42	53	68	77	90
<b>57</b>	9	20	28	32	43	54	70	80	89
<b>58</b>	10	11	23	36	41	58	66	78	85
<b>59</b>	3	12	25	37	46	52	61	79	83
<b>60</b>	6	15	22	35	47	51	63	77	82
<b>61</b>	1	13	26	31	48	60	69	80	84
<b>62</b>	2	14	27	40	49	51	67	71	90
<b>63</b>	4	12	30	36	45	57	68	72	81
<b>64</b>	5	16	28	39	50	53	62	73	86
<b>64</b>	7	20	21	38	47	59	70	74	87
<b>66</b>	9	18	29	35	41	56	61	78	88
<b>67</b>	8	11	25	32	44	58	65	77	89
<b>68</b>	10	12	22	33	48	56	63	75	83

<b>69</b>	3	17	28	36	42	52	66	71	85
<b>70</b>	1	14	26	37	43	54	69	76	82
<b>71</b>	2	19	30	31	49	60	64	79	86
<b>72</b>	4	11	22	40	46	55	68	80	83
<b>Вариант</b>	<b>Номера задач</b>								
<b>73</b>	5	20	27	33	41	53	61	72	84
<b>74</b>	6	15	29	39	47	51	62	71	87
<b>75</b>	8	16	30	35	45	59	70	73	90
<b>76</b>	9	13	21	38	42	58	63	78	89
<b>77</b>	3	12	25	37	49	52	69	77	88
<b>78</b>	7	14	28	40	48	54	68	75	81
<b>79</b>	2	11	26	32	43	57	64	76	85
<b>80</b>	4	19	22	34	44	60	65	74	83
<b>81</b>	1	16	23	36	50	55	66	79	82
<b>82</b>	5	18	21	37	43	56	67	80	86
<b>83</b>	8	12	29	31	42	59	68	78	89
<b>84</b>	9	20	24	33	41	58	70	71	88
<b>85</b>	6	11	23	35	43	52	68	72	83
<b>86</b>	3	13	26	40	48	51	69	79	90
<b>87</b>	4	15	27	38	49	54	63	77	85
<b>88</b>	7	12	21	39	50	53	64	78	86
<b>89</b>	1	13	25	36	47	60	61	76	89
<b>90</b>	2	19	23	37	45	57	62	75	82

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грандберг, И.И. Органическая химия: учеб. для вузов / И.И. Грандберг.-М.: Высшая школа, 1987.-480 с.
2. Зыкова, Е.Л. Органическая химия с основами биохимии растений: тексты лекций для студентов 1 курса специальности 1 – 75 01 01 – «Лесное хозяйство» / Е.Л. Зыкова, О.В. Корытко, Ю.А. Пролесковский. – Гомель: ГГУ, 2008. –250 с.
3. Толкач, В.Я. Органическая химия с основами биохимии растений. Научно-методическое пособие для студентов заочной формы обучения специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» / В.Я. Толкач. –Минск.: БГТУ, 2006.-70 с.
4. Биохимия растений / Л.А. Красильникова [и др.]; под общ. ред. Л.А. Красильниковой.-Ростов-на-Дону: Феникс, 2004.-224 с.

Учебное издание

**ШУМИЛИН** Владимир Анатольевич  
**ЗЫКОВА** Елена Леонидовна  
**ДРОЗДОВА** Наталья Ивановна  
**ПРОЛЕСКОВСКИЙ** Юльян Антонович

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ  
С ОСНОВАМИ БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ**

ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ  
для студентов 2 курса заочного факультета  
специальности 1-75 01 01 - «Лесное хозяйство»

Редактор *В.И. Шкредова*  
Корректор *В.В. Калугина*

Подписано в печать 2011. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л.  
Уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Гомельский государственный

университет имени Франциска Скорины»  
ЛИ  
ЛП  
Ул. Советская, 104, 246019, Гомель

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМ. Ф. СКОРИНЫ