

Министерство здравоохранения Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»

Кафедра биологической химии

Авторы:

О.С. Логвинович, заведующий кафедрой, к.б.н., доцент

А.Н. Коваль, доцент, к.б.н., доцент

А.В. Литвинчук, к.х.н.

М.В. Громыко, старший преподаватель

Н.С. Мышковец, старший преподаватель

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

для проведения лабораторно-практического занятия  
по учебной дисциплине «Биологическая химия»

**для студентов**

2-го курса медико-диагностического факультета,  
обучающихся по специальности 7-07-0911-04  
«Медико-диагностическое дело»

**Тема:** Углеводы-3. Тканевой обмен углеводов. Глюконеогенез. Пентозофосфатный  
путь. Регуляция уровня глюкозы в крови

Время: 3 часа

Утверждены на заседании кафедры биологической химии  
(протокол от 29.08.2025 №10)

Гомель, 2025

## 1. УЧЕБНЫЕ И ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ЦЕЛИ, МОТИВАЦИЯ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ, ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНОМУ УРОВНЮ ЗНАНИЙ

Содержание глюкозы в крови является важнейшим биохимическим показателем состояния углеводного обмена. Регуляция уровня глюкозы в крови осуществляется сложным комплексом механизмов, обеспечивающих постоянство энергетического гомеостаза для жизненно важных органов: мозга, сетчатки, мозгового слоя почек и эритроцитов. Поддержание нормогликемии является примером одного из самых совершенных механизмов регуляции гомеостаза, в функционировании которого участвует печень, внепеченочные ткани и некоторые гормоны.

**Цель занятия:** изучить пути метаболизма глюкозы в клетках организма, молекулярные и физиологические механизмы регуляции уровня глюкозы в крови. Способствовать воспитанию чувства гордости за избранную профессию и сформировать культуру бережного отношения к своему здоровью.

**Задачи занятия:** ознакомить с локализацией, ролью, регуляцией пентозофосфатного пути, дать понятие о глюконеогенезе, внутриклеточной и тканевой локализацией реакций и ферментов, гормональной регуляции ГНГ и его биологическим значением. Освоить методику определения концентрации глюкозы в плазме крови гексокиназным методом и оценивать диагностическую значимость полученных результатов.

**Требования к исходному уровню знаний:**

**Студент должен знать:**

- 1.1 Пути обмена глюкозо-6-фосфата в тканях организма.
- 1.2 Функции углеводов в организме человека.
- 1.3 Схему окисления субстратов БО.
- 1.4 Механизмы действия гормонов, цАМФ и  $\text{Ca}^{2+}$ .

**Студент должен уметь:**

- 1.5 Работать с полуавтоматическим биохимическим анализатором или спектрофотометром.
- 1.6 Работать с микропипетками.

## 2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН

- 2.1 Особенности обмена углеводов в организме (физиология человека).
- 2.2 Роль гипоталамо-гипофизарной регуляции в углеводном обмене (физиология, эндокринология).

## 3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ

3.1. Пентозофосфатный путь (ПФП): внутриклеточная и тканевая локализация реакций и ферментов. Биологическое значение и регуляция ПФП.

3.2. Глюконеогенез (ГНГ). Внутриклеточная и тканевая локализация реакций и ферментов. Субстратное обеспечение ГНГ. Глюкозо-лактатный (цикл Кори) и глюкозо-аланиновый (цикл Фелига) межорганные циклы. Субстратная и гормональная регуляция ГНГ. «Футильные» циклы, их роль в регуляции. Биологическое значение ГНГ.

3.3. Срочный и постоянный механизмы регуляции уровня глюкозы в крови. Биологическое значение этих механизмов.

## 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа №1 «Определение концентрации глюкозы в плазме крови гексокиназным методом» выполняется с использованием набора реагентов (Глюкоза-Витал). Ход работы описан в издании «Биологическая химия: Рабочая тетрадь» (в 2 ч., часть 1) / Грицук А.И. [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2019. – 80 с.

## 5. ХОД ЗАНЯТИЯ

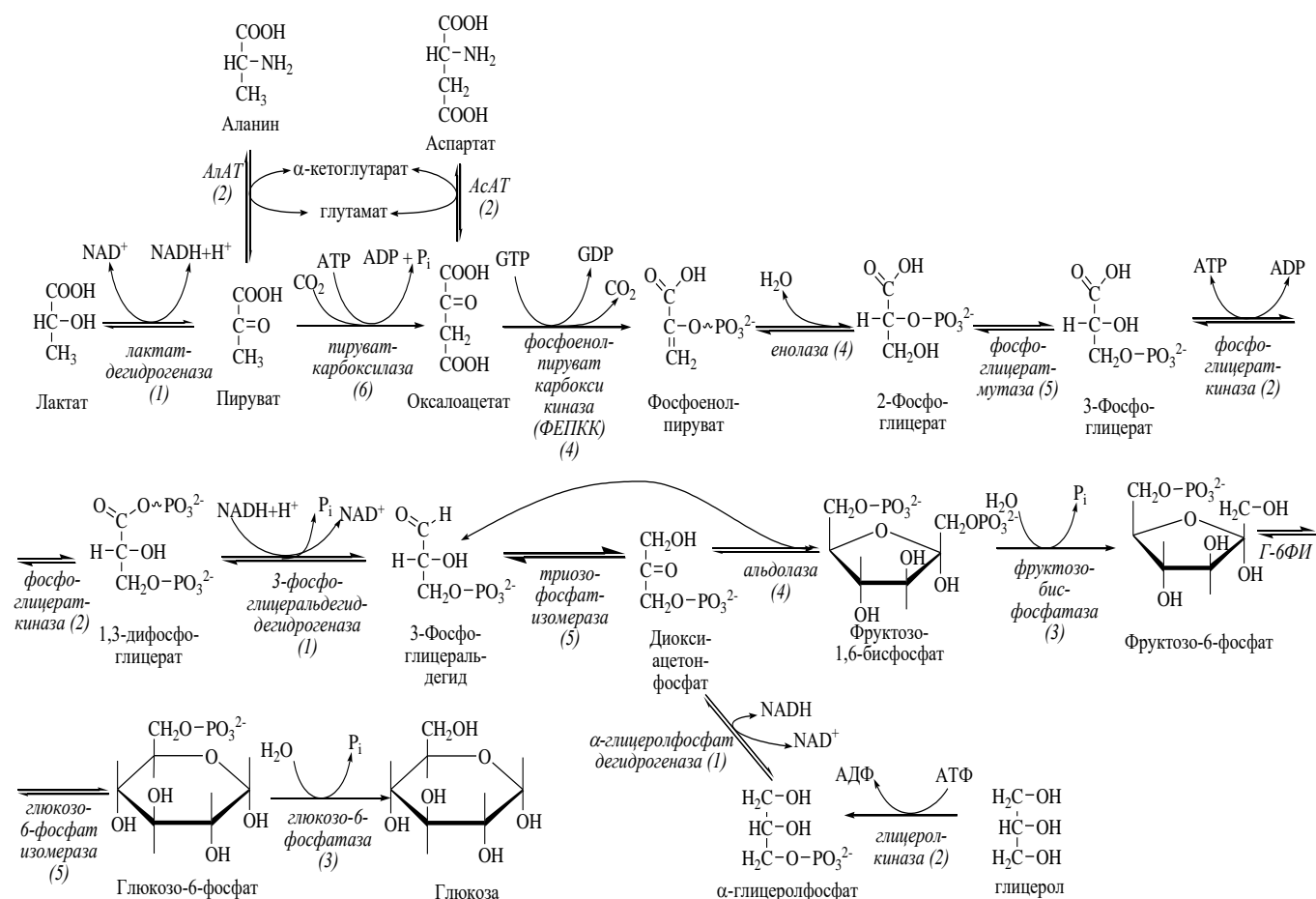
### 5.1. Введение.

5.2. Теоретическая часть занятия: рассматриваются контрольные вопросы, проводится устный опрос студентов.

5.3. Практическая часть занятия: лабораторная работа №1 «Определение концентрации глюкозы в плазме крови гексокиназным методом» выполняется с использованием рабочей тетради по биологической химии.

5.4. Контроль усвоения темы включает знание следующих вопросов:

5.4.1. знание реакций глюконеогенеза в 4 вариантах: от лактата, от аланина, от аспартата и от глицерола (указать органную и клеточную локализацию, регуляцию, роль ГНГ)



5.5. Заключительная часть занятия. Подведение итогов, проверка протоколов, объявление заданий к очередному занятию.

## 6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Самоконтроль знаний по теме «Тканевой обмен углеводов. Глюконеогенез. Пентозофосфатный путь. Регуляция уровня глюкозы в крови» осуществляется путём компьютерного тестирования с использованием платформы Moodle – Режим доступа: <https://dl.gsmu.by/course/view.php?id=81>,

или с использованием учебно-методического пособия «Сборник тестовых заданий по биологической химии : учеб.-метод. пособие для студентов 2 курса всех фак-тов учреждений высш. мед. образования / И. А. Никитина [и др.]. – Гомель : ГомГМУ, 2023. – 262 с.– Режим доступа: <https://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/13804>

## 7. ЛИТЕРАТУРА

1. Биохимия: учебник / под ред. Е.С. Северина. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – стр. 294-363 Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970433126.html> – Дата доступа: 20.05.23

2. Схемы и реакции основных метаболических путей: учеб.-метод. пособие для студентов учреждений высш. образования, обучающихся по специальностям 1-79 01 01 "Лечеб. дело", 1-79 01 04 "Мед.-диагност. дело" / М-во здравоохранения РБ, УО "ГомГМУ", Каф. общей, биоорганической и биологической химии ; А.И. Грицук [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2018. – 127 с. – Рек. УМО по высш. мед., фармацевт. образованию. Стр. 42-46 Режим доступа: <http://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/9190> – Дата доступа: 20.05.23

3. «Сборник тестовых заданий по биологической химии: учеб.-метод. пособие для студентов 2 курса всех фак-тов учреждений высш. мед. образования / И. А. Никитина [и др.]. – Гомель : ГомГМУ, 2023. – 262 с.– Режим доступа: <https://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/13804> – Дата доступа: 20.05.23.

4. Биологическая химия : учебник для студ. учрежд. высш. образ. по мед. спец. / под ред. А.Д. Тагановича ; [А.Д. Таганович, Э.И. Олецкий, Н.Ю. Коневалова, В.В. Лелевич]. – 2-е изд., испр. – Минск : Вышэйшая школа, 2016. – 670, [1] с. 46-49: ил., сх., табл. Режим доступа: <http://rep.bsmu.by/handle/BSMU/2139> – Дата доступа: 20.05.23

5. Канунникова, Н. П. Молекулярные основы пантотенаткиназа-ассоциированной нейродегенерации / Н. П. Канунникова // Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 5. Экономика. Социология. Биология. – 2018. – Т. 8. – № 2. – С. 123-132 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35121081> – Дата доступа: 20.05.23

6. Зобнина, Н. Л. Изучение препарата на основе гидролизного лигнина в качестве сорбента пировиноградной кислоты / Н. Л. Зобнина, П. И. Цапок // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2019. – № 4. – С. 20-25 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41753358> – Дата доступа: 20.05.23

7. Терещенко, И. В. Гиперлактатемия при лечении метформином сахарного диабета типа 2 / И. В. Терещенко // Таврический медико-биологический вестник. – 2020. – Т. 23. – № 2. – С. 201-205. – DOI 10.37279/2070-8092-2020-23-2-201-205. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44783357> – Дата доступа: 20.05.23

8. Вариабельность гликемии у больных сахарным диабетом с различными стадиями диабетической нефропатии / А. Р. Волкова, В. С. Мозгунова, М. Е. Черная [и др.] // Нефрология. – 2020. – Т. 24. – № 4. – С. 46-54. – DOI 10.36485/1561-6274-

2020-24-4-46-54. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43810652> – Дата доступа: 20.05.23

9. Внутрипузырное восполнение гликозаминогликанов при ведении пациентов с циститами / Т. С. Перепанова, П. Л. Хазан, А. В. Казаченко, Ю. А. Малова // Экспериментальная и клиническая урология. – 2019. – № 3. – С. 110-116. – DOI 10.29188/2222-8543-2019-11-3-110-117. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41227662> – Дата доступа: 20.05.23

10. Максименко, А. В. Взаимодействия фармакологически значимых ферментов с гликозаминогликанами в представлениях биомолекулярных структур / А. В. Максименко // Кардиологический вестник. – 2019. – Т. 14. – № 3. – С. 38-43. – DOI 10.36396/MS.2019.14.03.006. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41592878> – Дата доступа: 20.05.23

11. Содержание сульфатированных гликозаминогликанов у больных острым инфарктом миокарда при постинфарктном ремоделировании / Н. В. Фетисова, Д. Н. Зайцев, Е. В. Рацина [и др.] // Сибирское медицинское обозрение. – 2020. – № 2(122). – С. 52-57. – DOI 10.20333/2500136-2020-2-52-57. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42839053> – Дата доступа: 20.05.23

12. Капустина, Е. И. Фракционный состав гликозаминогликанов в печени крыс с индуцированным метаболическим синдромом / Е. И. Капустина, М. В. Маратканов, Ш. М. Мутаев // Forcipe. – 2020. – Т. 3. – № 5. – С. 122-123 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43460450> – Дата доступа: 20.05.23

13. Каратеев, А. Е. Гликозаминогликан-пептидный комплекс при лечении остеоартрита коленного и тазобедренного суставов: из прошлого в будущее / А. Е. Каратеев // Научно-практическая ревматология. – 2020. – Т. 58. – № 1. – С. 91-96. – DOI 10.14412/1995-4484-2020-91-96. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44191338> – Дата доступа: 20.05.23

14. Роль гликозаминогликанов в развитии интимальной гиперплазии при шунтировании коронарных артерий / С. С. Тодоров, Р. В. Сидоров, Е. П. Талалаев, И. Ф. Шлык // Медицинский вестник Юга России. – 2018. – Т. 9. – № 3. – С. 94-98. – DOI 10.21886/2219-8075-2018-9-3-94-98. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35649856> – Дата доступа: 20.05.23

15. Влияние гликозаминогликанов на реактивные изменения мозжечка при гиподинамии / Е. В. Насырова, С. А. Лобанов, З. Р. Хисматуллина, И. В. Шишкин // Морфология. – 2018. – Т. 153. – № 3. – С. 196 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35593579> – Дата доступа: 20.05.23

16. Влияние гипоксии на микроциркуляторное русло и гликозаминогликаны мозжечка / И. В. Шишкин, С. А. Лобанов, Е. В. Насырова, З. Р. Мансурова // Морфология. – 2018. – Т. 153. – № 3. – С. 322-323 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35593891> – Дата доступа: 20.05.23

17. Применение гликозаминогликанов в акушерской практике для коррекции эндотелиальной дисфункции / Г. А. Суханова, С. С. Мондоева, Н. М. Подзолкова, И. В. Кузнецова // Медицинский алфавит. – 2018. – Т. 2. – № 13(350). – С. 20-25 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35040360> – Дата доступа: 20.05.23

18. Богомоллова, И. К. Уровень гликозаминогликанов и гиалуроновой кислоты крови детей с бронхиальной астмой, ассоциированной с дисплазией соединительной ткани / И. К. Богомоллова, М. П. Брызгалин, В. Н. Перегудова //

Забайкальский медицинский вестник. – 2017. – № 4. – С. 66-72 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32269184> – Дата доступа: 20.05.23

19. Высокий уровень гликозаминогликанов сыворотки крови как независимый предиктор развития спаечной болезни брюшины / И. Ф. Суфияров, А. Г. Хасанов, М. А. Нуртдинов [и др.] // Креативная хирургия и онкология. – 2017. – Т. 7. – № 2. – С. 48-53. – DOI 10.24060/2076-3093-2017-7-2-48-53. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30031306> – Дата доступа: 20.05.23

20. Асадулаева, М. Н. Роль гликозаминогликанов в остеогенезе на ранних стадиях пренатального развития человека / М. Н. Асадулаева, А. Е. Лазько // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 1. – С. 16 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28401172> – Дата доступа: 20.05.23

21. Ахметжанова, Д. О. Комплексная коррекция механизмов патогенеза недифференцированной дисплазии соединительной ткани и остеопенического синдрома у детей / Д. О. Ахметжанова, Р. Л. Иванова, Ю. Ф. Лобанов // Медицина (Алматы). – 2018. – № 3(188). – С. 146-152 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34878398> – Дата доступа: 20.05.23

22. Суховских, А. В. Протеогликаны в нормальной физиологии и канцерогенезе / А. В. Суховских, Э. В. Григорьева // Успехи молекулярной онкологии. – 2018. – Т. 5. – № 1. – С. 8-25. – DOI 10.17650/2313-805X-2018-5-1-8-25. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34883238> – Дата доступа: 20.05.23

23. Маркеры иммунного воспаления в диагностике обострений коронарной болезни сердца / А. Р. Бабаева, М. А. Гордеева, С. И. Давыдов [и др.] // Медицинский алфавит. – 2018. – Т. 2. – № 16(353). – С. 25-29 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36546458> – Дата доступа: 20.05.23

24. Князева, М. В. Особенности метаболизма у больных с заболеваниями ассоциированными со стрессом / М. В. Князева, А. В. Прокопюк // Велес. – 2018. – № 8-1(62). – С. 41-46 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35551995> – Дата доступа: 20.05.23

25. Казакова, И. А. Коррекция нарушений метаболизма соединительной ткани у пациентов с диабетической нефропатией / И. А. Казакова, И. Б. Руденко // Здоровье, демография, экология финно-угорских народов. – 2017. – № 3. – С. 31-33 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30268282> – Дата доступа: 20.05.23

26. Николаев, А. А. Строение и функции протеогликанов, участвующих в оплодотворении (обзор литературы) / А. А. Николаев, С. В. Выборнов // Прикаспийский вестник медицины и фармации. – 2020. – Т. 1. – № 2. – С. 6-15. – DOI 10.17021/2020.1.2.6.15. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45760892> – Дата доступа: 20.05.23

27. Нередкие редкие заболевания: Гурлер синдром / В. В. Филиппова, А. А. Гуленок, И. В. Левченко, Т. В. Матафонова // Здравоохранение Дальнего Востока. – 2020. – № 4(86). – С. 91-94. – DOI 10.33454/1728-1261-2020-3-91-94. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44571107> – Дата доступа: 20.05.23

28. Мукополисахаридозы: случай синдрома Хантера / Н. Ю. Тимофеева, И. С. Стоменская, Г. Ю. Стручко [и др.] // Терапия. – 2021. – Т. 7. – № 3(45). – С. 87-91. – DOI 10.18565/therapy.2021.3.87-91. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44952366> – Дата доступа: 20.05.23

29. Кубин, Н. Д. Неантибактериальные методы профилактики и лечения

рецидивирующих инфекций нижних мочевых путей / Н. Д. Кубин, О. В. Волкова, Д. Д. Шкарупа // Вестник урологии. – 2021. – Т. 9. – № 3. – С. 92-106. – DOI 10.21886/2308-6424-2021-9-3-92-106. – Режим доступа:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=46624881> – Дата доступа: 20.05.23

30. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Регуляция глюкозы в крови (ч. 1) с Л-202. Срочный механизм. Биохимия – Режим доступа:

<https://www.youtube.com/watch?v=T9HW7oV5pro&list=PLffmkE1fkqBOy4ID8GS4YMDAdWxDpH7tz&index=4> – Дата доступа: 20.05.23

31. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Регуляция глюкозы в крови (ч. 2) с Л-221. Постоянный механизм. Биохимия – Режим доступа:

<https://www.youtube.com/watch?v=GUKMwrfRvh4&list=PLffmkE1fkqBOy4ID8GS4YMDAdWxDpH7tz&index=5> – Дата доступа: 20.05.23

32. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Гликемическая кривая в норме. Биохимия с Л-207 – Режим доступа:

<https://www.youtube.com/watch?v=qr444ARVJws&list=PLffmkE1fkqBOy4ID8GS4YMDAdWxDpH7tz&index=6> – Дата доступа: 20.05.23

33. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Гликемическая кривая при СД. Биохимия с Л-231 – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=9z7-n-Fybs&list=PLffmkE1fkqBOy4ID8GS4YMDAdWxDpH7tz&index=7> – Дата доступа:

20.05.23

34. YouTube-канал «Biochemistry GSMU». Плейлист «Углеводы». – Режим доступа: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLxTvLc-IN5mYEfqXLyoV7uzokSBaL2kI> – Дата доступа: 20.05.23