

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ВЕЛИКОЛУКСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА»

**И.М. ТЮПАЕВ, А.А. ЧЕЛНОВ,
Л.А. ЕГОРОВА, Д.А. ГЛАДЧЕНКО**

ПРАКТИКУМ ПО БИОХИМИИ

Учебное издание для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по направлениям подготовки: 49.03.01 «Физическая культура» *по профилю подготовки – спортивная тренировка в избранном виде спорта*; 49.03.02 «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)» *по профилю подготовки – адаптивное физическое воспитание*.

Великие Луки
2021

УДК 577.1(076):796
ББК 28.072+75

Рецензенты:

Р.М. Городничев, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии и спортивной медицины ФГБОУ ВО «ВЛГАФК», директор научно-исследовательского института проблем спорта и оздоровительной физической культуры.

З.В. Николаева, доктор биологических наук, профессор кафедры химии, агрохимии и агроэкологии ФГБОУ ВО «ВГСХА».

*Рекомендовано к изданию Учёным советом ФГБОУ ВО
«ВЛГАФК» (Протокол № 10 от 25 марта 2021 г.).*

Т 98 Тюпаев И.М., Челноков А.А., Егорова Л.А., Гладченко Д.А.
Практикум по биохимии. Учебное издание. Великие Луки,
2021. – 144 стр., 34 табл., 20 рис., библиография – 32 названия.

В практикуме приведено описание лабораторно-практических работ, выполняемых студентами в соответствии с ФГОС, по предметам: биохимия, биохимия человека и спортивная биохимия. Материал представлен по следующим разделам: обмен веществ и энергии, биокатализ, обмена углеводов, липидов, белков, биохимия органов и тканей, спортивная биохимия, биохимия питания. Учебное издание может быть использовано студентами и преподавателями при проведении аудиторных занятий, зачетов, экзаменов по соответствующим дисциплинам.

ISBN 978-5-6043884-8-8

© ООО «Великолукская типография», 2021
© Тюпаев И.М., 2021
© Челноков А.А., 2021
© Егорова Л.А., 2021
© Гладченко Д.А., 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
РАЗДЕЛ I. ТЕХНИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ..	8
1.1. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ РАБОТ	8
1.2. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ, ИСПОЛЗУЕМЫЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ В БИОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ.....	15
1.3. СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАСТВОРОВ	15
1.4. ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ. ИОННОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ ВОДЫ	16
РАЗДЕЛ II. МЕЖУТОЧНЫЙ ОБМЕН ВЕЩЕСТВ ...	18
2.1. БИОКАТАЛИЗ	19
2.1.1. Ферменты. Общие свойства ферментов	19
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. Зависимость каталитической активности ферментов от температуры	22
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2. Зависимость каталитической активности ферментов от реакции среды	25
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. Субстратная специфичность ферментов.....	27
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4. Ферментативный гидролиз белков.	30
2.1.2. Витамины	33
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5. Качественная реакция на витамин А.....	34
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6. Качественная реакция на аскорбиновую кислоту	35
2.1.3. Гормоны.....	38

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7. Биуретовая реакция на инсулин	38
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. Качественная реакция на тироксин	40
2.2. УГЛЕВОДЫ.....	42
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9. Качественные реакции на альдозы и кетозы.....	44
2.3. ЛИПИДЫ.....	47
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10. Определение содержания липидов в биологических материалах по обезжиренному остатку	49
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11. Акролеиновая проба на глицерин	52
2.4. БЕЛКИ	52
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12. Определение содержания белка в биологических материалах методом Кьельдаля на приборе Сереньева (часть 1).....	55
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13. Определение содержания белка в биологических материалах методом Кьельдаля на приборе Сереньева (часть 2).....	57
РАЗДЕЛ III. БИОХИМИЯ ТКАНЕЙ И ОРГАНОВ	59
3.1. БИОХИМИЯ ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ.....	59
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 14. Выделение и фракционирование белков поперечно-полосатой (скелетной) мышечной ткани.....	60
3.2. БИОХИМИЯ ПОЧЕК И МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	71
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15. Определение экскреции креатинина из организма человека. Креатининовый индекс	74

РАЗДЕЛ IV. СПОРТИВНАЯ БИОХИМИЯ	81
4.1. АНАЭРОБНЫЙ ГЛИКОЛИЗ	81
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 16. Исследование анаэробного гликолиза у спортсменов в связи с различной специализацией	84
4.2. АЭРОБНЫЙ ГЛИКОЛИЗ.....	90
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 17. Исследование метаболизма глюкозы у спортсменов в связи с различной специализацией.....	93
РАЗДЕЛ V. БИОХИМИЯ ПИТАНИЯ	97
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 18. Расчёт потребности в питательных веществах у спортсменов различных специализаций	98
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 19. Определение потребления белка по экскреции мочевины у человека	102
ЛИТЕРАТУРА	110
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	114
ПРИГОТОВЛЕНИЕ РЕАКТИВОВ И РАСТВОРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	114
МНОЖИТЕЛИ И ПРИСТАВКИ ДЕСЯТИЧНЫХ ЕДИНИЦ.....	122
ФИЗИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ. СТАРИННЫЕ МЕРЫ ДЛИНЫ, МАССЫ И ОБЪЁМА.....	123
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ	125
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	137

ПРЕДИСЛОВИЕ

В учебном издании приведено описание лабораторно-практических работ, выполняемых студентами по предметам: биохимия, биохимия человека и спортивная биохимия в соответствии с ФГОС, по направлениям подготовки: 49.03.01 «Физическая культура» (профиль – спортивная тренировка в избранном виде спорта); 49.03.02 – «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья» (профиль – адаптивная физическая культура).

Работы представлены по следующим разделам: обмен веществ и энергии, биокатализ, обмены углеводов, липидов, белков, биохимия органов и тканей, спортивная биохимия, биохимия питания. Особое внимание уделено вопросам биохимической логики окислительно-восстановительных процессов.

Студентам предложено самостоятельно выполнять лабораторно-практические работы как небольшие экспериментальные исследования, результаты которых обучающиеся систематизируют в виде таблиц. Данная форма, по нашему мнению, способствует формированию у студентов навыков самостоятельной работы в биохимической лаборатории: отработка методов исследований, расчёты концентраций необходимых растворов, работа на аналитических приборах, систематизация и статобработка получаемых данных.

Каждому разделу практикума предшествует краткое теоретическое вступление. На наш взгляд, такое изложение способствует лучшему пониманию студентами причинно-следственной логики обменных процессов, предлагаемых вниманию обучающихся в лекционном курсе «Биохимия человека».

В качестве вспомогательного материала издание содержит рекомендации по приготовлению реактивов и

растворов, используемых при выполнении лабораторно-практических работ, некоторые справочные данные, словарь терминов, предметный указатель.

Практикум по биохимии может быть полезен при изучении также и других дисциплин учебного плана направления подготовки 49.04.03 «Спорт» (профиль Медико-биологическое обеспечение спорта), например: «Физиологические основы подготовки спортсменов», «Возрастные физиологические основы подготовки спортивного резерва», «Информационные технологии в науке и спортивной практике», а также при выполнении обучающимися научных исследований при подготовке выпускной квалификационной работы магистра.

В разработке ряда задач принимали участие сотрудники кафедры Л.Т. Кошкарёв, И.В. Алексеева, Н.К. Кириллина, И.А. Яцукович.

Коллектив авторов весьма признателен доктору биологических наук, профессору Р.М. Городничеву, доктору биологических наук, профессору З.В. Николаевой за критические замечания и ценные советы.

Все замечания и пожелания будут приняты авторами с благодарностью.

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1.1. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ РАБОТ

Использование в лабораторно-практических работах агрессивных, летучих и огнеопасных веществ требует от студентов соблюдения элементарных правил техники безопасности.

1.1.1. Общие требования безопасности

Для обеспечения безопасного и эффективного учебного процесса в биохимической лаборатории следует руководствоваться международными стандартами надлежащей лабораторной практики (GLP, Good Laboratory Practice), а также общегосударственными законами и ведомственными документами по технике безопасности при проведении работ в лаборатории.

Для ознакомления с правилами безопасного проведения работ организуется регулярный инструктаж обучающихся и лаборантов. Результаты инструктажа заносятся в специальный журнал.

Все помещения лаборатории должны быть оборудованы аптечками для оказания первой (неотложной) помощи.

В каждой лаборатории должны быть хорошая вентиляция, водопровод с горячей и холодной водой, система электропитания, канализация, установки для дистилляции воды.

В качестве спецодежды в лаборатории используются лабораторные халаты и перчатки.

Халаты должны быть достаточно длинными и застегиваться полностью, при этом быть закрытыми спереди. Рукава должны плотно охватывать запястья. Перчатки должны быть удобными и достаточно длинными.

Защита глаз обеспечивается защитными очками с противоударными стеклами и защитными масками различной конструкции.

В случае необходимости для защиты органов дыхания используют респираторы различного типа (в зависимости от степени опасности).

Все химические вещества (реактивы), используемые в биохимической лаборатории, подразделяются на 8 групп хранения в зависимости от степени их опасности. Особенности правил работы с определенными реактивами и требования к их хранению зависят от отнесения вещества к той или иной группе хранения (см. табл. 1).

Не допускается совместное хранение химических веществ (реактивов), способных к активному взаимодействию друг с другом.

Вся посуда, содержащая реактивы и готовые реагенты, должна быть маркирована соответствующими этикетками.

Хранить химические вещества (материалы) и готовые реагенты в таре без этикеток или с надписями, сделанными стеклографом на стекле, запрещается. Если этикетка утеряна, а идентифицировать содержимое не представляется возможным, содержимое подлежит уничтожению в соответствии с требованиями правил утилизации химических веществ (материалов).

Сосуды с химическими веществами, обладающими потенциально опасными свойствами, должны в обязательном порядке содержать маркировку в соответствии с требованиями ГОСТ:

*легковоспламеняющиеся вещества,
взрывоопасные вещества,
едкие вещества,
ядовитые вещества.*