

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: Ферменты -2. Механизм действия ферментов.

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

Причиной низкой скорости большинства органических реакций является высокий энергетический барьер, который должны преодолеть молекулы прежде, чем вступить в реакцию. Катализатор снижает энергию активации и направляет реакцию по другому пути. При этом альтернативная реакция протекает с более высокой скоростью несмотря на образование большого числа промежуточных продуктов.

Цель занятия: сформировать представления о механизме действия ферментов и свойствах ферментов. Воспитать у студентов чувство гордости за избранную профессию и сформировать у них культуру бережного отношения к своему здоровью.

Задачи занятия: закрепить знания по структуре ферментов, выяснить основы термодинамики ферментативного катализа, проанализировать основные факторы, влияющие на скорость ферментативных реакции, освоить методику определения активности γ -глутамилтрансферазы в плазме крови оптимизированным кинетическим методом и оценивать диагностическую значимость полученных результатов.

Требования к исходному уровню знаний:

Студент должен знать:

- 1.1 Структуру белка.
- 1.2 Функции активного центра белка.
- 1.3 Теоретические основы химической кинетики.

Студент должен уметь:

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

2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН

1. Понятие о катализаторах (общая химия). Общие закономерности действия катализаторов (биоорганическая химия).

2. Теоретические основы химической кинетики и термодинамики. Влияние различных факторов на скорость реакций (общая химия).

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ

3.1. Свойства ферментов (чувствительность к pH, термолабильность, специфичность и др.).

3.2. Механизм действия ферментов. Формирование фермент-субстратного комплекса. Этапы взаимодействия фермента и субстрата. Теория промежуточных соединений. Основы термодинамики катализа.

3.3. Кинетика ферментативных реакций.

3.4. Ингибирование ферментов. Виды ингибиторов, механизм их действия, примеры.

3.5. Регуляция активности ферментов (химическая модификация ферментов, белок-белковые взаимодействия). Роль гормонов, цАМФ, Ca^{2+} , ИТФ,

метаболитов $C_{20:4}$, NO.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа №1 «Изучение действия ферментов», лабораторная работа №2 «Изучение влияния различных факторов на скорость ферментативных реакций» выполняются согласно изданию «Биологическая химия: Рабочая тетрадь» (в 2 ч., часть 1) / Грицук А.И. [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2019. – 77 с.

Лабораторная работа №3 «Определение активности γ -глутамилтрансферазы в плазме крови оптимизированным кинетическим методом» выполняется с использованием набора реагентов.

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 «Изучение действия ферментов», лабораторная работа №2 «Изучение влияния различных факторов на скорость ферментативных реакций» выполняются с использованием рабочей тетради по биологической химии. Лабораторная работа №3 «Определение активности γ -глутамилтрансферазы в плазме крови оптимизированным кинетическим методом» выполняется экспериментально согласно инструкции.

5.4. Контроль усвоения темы. Включает в себя:

5.4.1 Знание графиков зависимости скорости ферментативной реакции от t° , pH и концентрации фермента (графики требуют пояснений!)

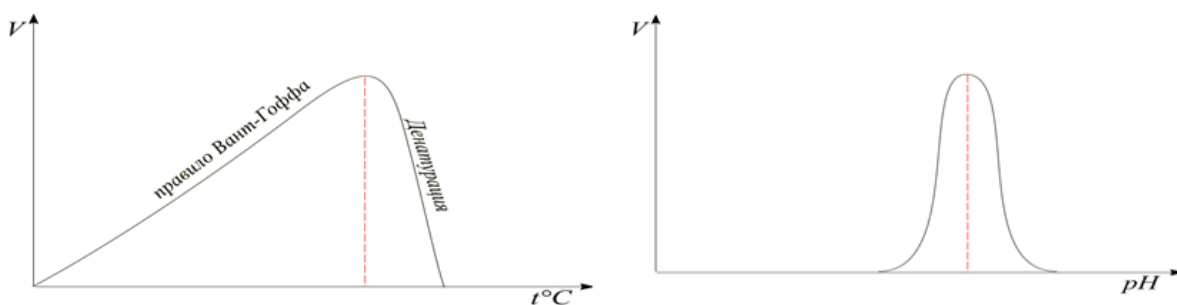


Рисунок 1 — Зависимость скорости ферментативной реакции от температуры и pH

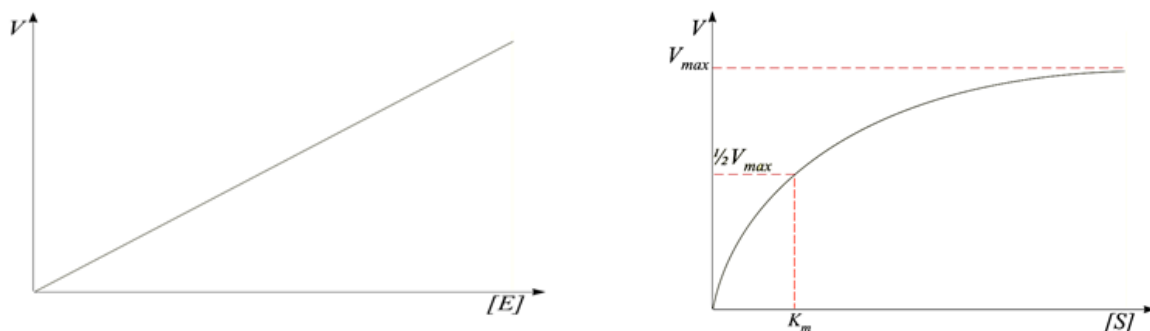


Рисунок 2 — Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации фермента и

концентрации субстрата

5.4.2 Знание схем передачи сигналов через аденилатциклазный и инозитол-3-фосфатный пути регуляции (схемы требуют пояснений!).

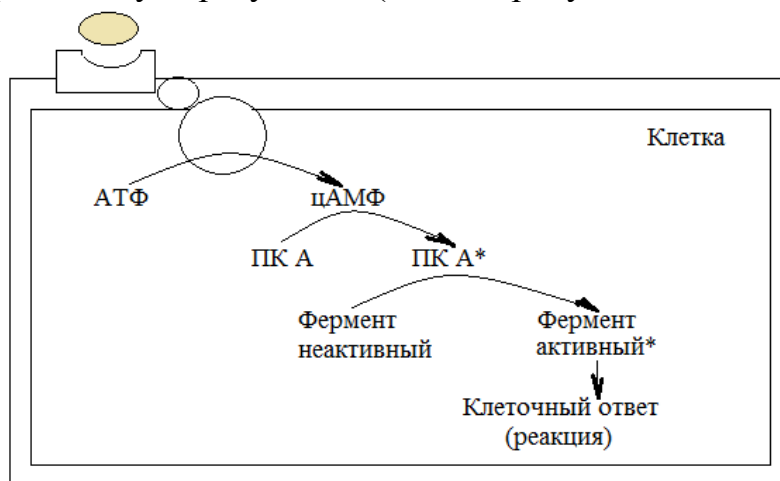


Рисунок 3 — Аденилатциклазный пути регуляции метаболизма

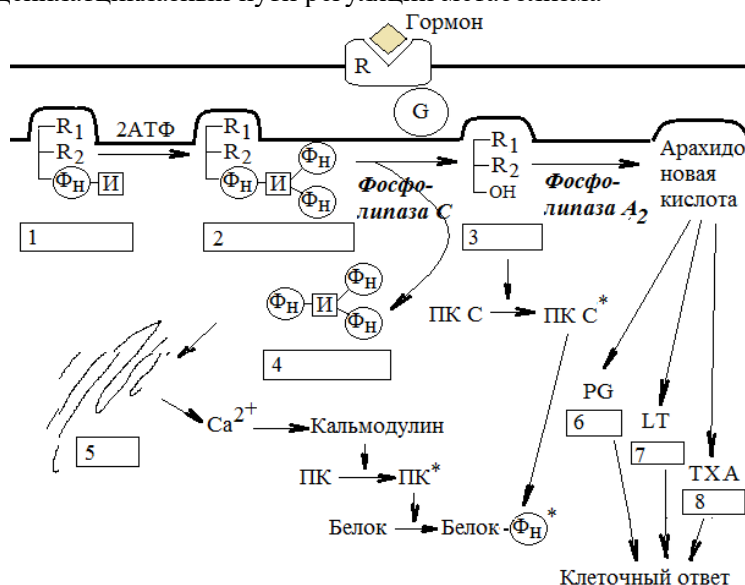


Рисунок 4 — Инозитол-3-фосфатного пути регуляции метаболизма

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

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Самоконтроль знаний по теме «Механизм действия ферментов» 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. 29-42. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970448816.html> – Дата доступа: 20.05.23.
2. Биологическая химия: учебник для студ. мед. ВУЗ / В.К. Кухта [и др.]; под ред. А.Д. Тагановича. – Минск: БИНОМ, 2008. – 688 с.: ил. – Утв. Министерством образ. РБ.
3. <https://www.shutterstock.com/ru/image-vector/enzyme-inhibitor-molecule-that-binds-blocking-1440295601> – Дата доступа: 20.05.23.
4. <https://www.easybiologyclass.com/enzyme-regulation-mechanisms-molecular-methods-regulate-enzyme-enzymatic-activity/> – Дата доступа: 20.05.23.
5. <https://www.embopress.org/doi/full/10.1093/emboj/16.18.5531> – Дата доступа: 20.05.23.
6. Биохимия (общая, медицинская и фармакологическая): Курс лекций / Е.Г. Зезеров. – М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2014. – 456с.
7. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 1: Основы биохимии. Строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 448 с.
8. 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.: ил., сх., табл.
9. 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. 11-14. – Режим доступа: <http://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/9190> – Дата доступа: 20.05.23.
10. 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.
11. Исследование параметров каталитического действия глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы, выделенной с помощью хроматографических методов, при патологии печени / Т. Н. Попова, М. В. Лущик, С. С. Попов [и др.] // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2021. – Т. 21. – № 2. – С. 256-264. – DOI 10.17308/sorpchrom.2021.21/3359. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45558897> – Дата доступа: 20.05.23.
12. Моделирование фермент-субстратных комплексов поли(ADP-рибозо)полимеразы 1 человека / Д. К. Нилов, С. В. Пушкарев, И. В. Гущина [и др.] // Биохимия. – 2020. – Т. 85. – № 1. – С. 116-125. – DOI

10.31857/S0320972520010091. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42191982> – Дата доступа: 20.05.23.

13. Контаров, Н. А. Изучение влияния полиэлектролитов, обладающих противовирусным действием, на активность нейраминидазы вируса гриппа и процесс окислительного фосфорилирования в митохондриях клеток организма-хозяина / Н. А. Контаров, И. В. Погарская, Н. В. Юминова // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2019. – № 4. – С. 64-68. – DOI 10.36233/0372-9311-2019-4-64-68. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40082982> – Дата доступа: 20.05.23.

14. Особенности β -лактамазной активности среднеазиатского подвида туляремийного микроба / И. В. Бахтеева, Т. Б. Кравченко, А. К. Рябко [и др.] // Инфекция и иммунитет. – 2018. – Т. 8. – № 1. – С. 33-42. – DOI 10.15789/2220-7619-2018-1-33-42. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32809881> – Дата доступа: 20.05.23.

15. Баранова, В. Н. Влияние внешних факторов на ферментативные реакции / В. Н. Баранова, Е. И. Селиванец, Л. В. Боровская // The Scientific Heritage. – 2021. – № 79-2(79). – С. 37-40. – DOI 10.24412/9215-0365-2021-79-2-37-40. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47310595> – Дата доступа: 20.05.23.

16. Роль аминокислотных остатков Arg243 и His239 в процессе узнавания поврежденного нуклеотида урацил-ДНК-гликозилазой человека SMUG1 / Д. А. Яковлев, И. В. Алексеева, Н. А. Кузнецов, О. С. Федорова // Биохимия. – 2020. – Т. 85. – № 5. – С. 695-705. – DOI 10.31857/S0320972520050085. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42776231> – Дата доступа: 20.05.23.

17. Шекеева, К. К. Ферментативные каталитические свойства фруктовых пектинов / К. К. Шекеева // Вестник Казахского национального медицинского университета. – 2018. – № 1. – С. 336-339. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34989885> – Дата доступа: 20.05.23.

18. Сравнительный анализ эстеразной и параоксоназной активности различных видов альбумина / Н. В. Гончаров, М. А. Терпиловский, В. И. Шмурак [и др.] // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2017. – Т. 53. – № 4. – С. 241-250. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29668034> – Дата доступа: 20.05.23.

19. Летьягина, С. В. Увеличение частоты венозных рефлюксов нижних конечностей при комбинированной терапии ингибитором ангиотензинпревращающего фермента и блокатором кальциевых каналов у мужчин с артериальной гипертензией / С. В. Летьягина, В. М. Баев, Т. Ю. Агафонова // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2021. – Т. 20. – № 1. – С. 6-11. – DOI 10.15829/1728-8800-2021-2578. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44717567> – Дата доступа: 20.05.23.

20. Канорский, С. Г. Лечение артериальной гипертензии в период пандемии COVID-19: вопросы блокады ренин-ангиотензин-альдостероновой системы / С. Г. Канорский // Медицинский совет. – 2021. – № 4. – С. 59-67. – DOI 10.21518/2079-701X2021-4-59-67. – Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45602600> – Дата доступа: 20.05.23.

21. Заславская, Р. М. Влияние селена на эффективность лечения больных постинфарктным кардиосклерозом / Р. М. Заславская, Г. В. Лилица, М. М. Тейблём // The Scientific Heritage. – 2021. – № 64-2(64). – С. 23-27. – DOI 10.24412/9215-0365-2021-64-2-23-27. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45632384> – Дата доступа: 20.05.23.

22. Рахманова, Т. И. Регуляторные свойства аспартаминотрансферазы из *Spirodela polyrhiza* / Т. И. Рахманова, Т. Н. Попова, О. А. Сафонова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2021. – № 1. – С. 55-60. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45773962> – Дата доступа: 20.05.23.

23. Карева, Е. Н. Фармакогенетическое управление эффективностью и безопасностью ингибиторов протонных помп / Е. Н. Карева // РМЖ. – 2021. – Т. 29. – № 4. – С. 68-73. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45804466> – Дата доступа: 20.05.23.

24. Демидова, Т. Ю. Роль ингибиторов дипептидилпептидазы-4 в управлении сахарным диабетом 2 типа / Т. Ю. Демидова, Д. В. Скуридина // РМЖ. – 2021. – Т. 29. – № 2. – С. 31-36. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45816216> – Дата доступа: 20.05.23.

25. Аффинность лигандов к регуляторным участкам ацетилхолинэстеразы и бутирилхолинэстеразы человека: сравнительный биоинформатический анализ / А. Р. Мухаметгалиева, А. С. Козлова, Н. И. Акберова, А. Н. Фаттахова // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. – 2021. – Т. 163. – № 1. – С. 5-19. – DOI 10.26907/2542-064X.2021.1.5-19. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45829163> – Дата доступа: 20.05.23.

26. Влияние трехмесячного приема аторвастатина и -кальцидола на некоторые морфометрические показатели костной ткани / С. С. Осочук, О. С. Яковлева, А. Ф. Марцинкевич, Е. А. Карпенко // Травматология и ортопедия России. – 2021. – Т. 27. – № 2. – С. 65-74. – DOI 10.21823/2311-2905-2021-27-2-65-74. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46295170> – Дата доступа: 20.05.23.

27. Роль эпигенетических модификаций ДНК и гистонов в лечении онкогематологических заболеваний / Д. В. Карпенко, Н. А. Петинати, Н. И. Дризе, А. Е. Бигильдеев // Гематология и трансфузиология. – 2021. – Т. 66. – № 2. – С. 263-279. – DOI 10.35754/0234-5730-2021-66-2-263-279. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46492799> – Дата доступа: 20.05.23.

28. Жалилов, А. К. Антиагрегантная терапия и вторичная профилактика после коронарного шунтирования при острым коронарным синдроме / А. К. Жалилов, Р. Г. Ибрагимов // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2021. – Т. 23. – № 9. – С. 45-51. – DOI 10.26787/nydha-2686-6838-2021-23-9-45-51. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46593100> – Дата доступа: 20.05.23.

29. Кузнецова, Л. А. Метаболический синдром: влияние адипокинов на

L-аргинин-NO-синтаза-NO сигнальный путь / Л. А. Кузнецова // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2021. – Т. 6. – № 2. – С. 22-40. – DOI 10.29413/ABS.2021-6.2.3. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46186409> – Дата доступа: 20.05.23.

30. Фадеева, М. И. Патогенетическая связь уровней тиреоидных гормонов с длительностью сна у пациентов с СОАС / М. И. Фадеева, О. И. Венгржиновская // Medicus. – 2021. – № 3(39). – С. 73-75. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45718192> – Дата доступа: 20.05.23.

31. Драпкина, О. М. Натрийуретические пептиды: новые задачи - новые решения / О. М. Драпкина, Р. Н. Шепель, О. Н. Джигоева // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2021. – Т. 20. – № 7. – С. 106-112. – DOI 10.15829/1728-8800-2021-3102. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47235688> – Дата доступа: 20.05.23.

32. Механизмы гормонального контроля процессов тимической дифференцировки в аспекте беременности / С. В. Ширшев, Е. Г. Орлова, О. А. Логинова [и др.] // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2020. – № 2. – С. 58-65. – DOI 10.7242/2658-705X/2020.2.6. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43159216> – Дата доступа: 20.05.23.

33. Роль витамина D в развитии синдрома поликистозных яичников / А. Т. Сафи, Г. А. Демяшкин, М. Р. Оразов [и др.] // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2020. – Т. 10. – № 4. – С. 36-42. – DOI 10.37279/2224-6444-2020-10-4-36-42. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45736054> – Дата доступа: 20.05.23.

34. Орлова, Е. Г. Механизмы влияния лептина и грелина на созревание и функциональную активность дендритных клеток / Е. Г. Орлова, С. В. Ширшев, О. А. Логинова // Биохимия. – 2019. – Т. 84. – № 1. – С. 63-73. – DOI 10.1134/S0320972519010056. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36729766> – Дата доступа: 20.05.23.

35. Гомеостаз, как постоянство непостоянного (обзор литературы) / В. В. Еськов, К. А. Хадарцева, О. Е. Филатова, Д. В. Иванов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2018. – № 4. – С. 132-141. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35552515> – Дата доступа: 20.05.23.