

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НН ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Биологического института



Д.С. Воробьев

24 » марта 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Молекулярная и клеточная физиология**

по направлению подготовки

**06.04.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Фундаментальная и прикладная биология»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.03.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Д.С. Воробьев

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2022

## **. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1– Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности;

– ОПК-8– Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности

– ПК-1 – способность обрабатывать и использовать научную и научно-техническую информацию при решении исследовательских задач в соответствии с профилем (направленностью) магистерской программы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.3 – Применяет общие и специальные представления, методологическую базу биологии и смежных наук при постановке и решении новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности;

ИОПК-8.1 – Демонстрирует понимание методических принципов полевых и лабораторных биологических исследований и типов используемой современной исследовательской аппаратуры;

ИПК-1.1 – Применяет знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры при решении отдельных исследовательских задач

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить теоретические основы физиологии живых организмов на молекулярном уровне, рассмотреть современные представления о принципах и механизмах регуляции метаболизма живой клетки и организма с учетом связей на разных уровнях организации.

– Познакомиться с современными методами изучения и регуляции клеточных процессов, оценить их преимущества для решения практических задач профессиональной деятельности.

– Сформировать объективный взгляд на современную молекулярную и клеточную физиологию.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 1, экзамен.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Физика», «Химия», «Физиология», «Цитология», «Биохимия», «Биофизика», «Биоэнергетика». Дисциплина «Молекулярно-клеточная физиология» является логическим продолжением в цепи дисциплин по принципу «от простого к более сложному», и сама является основой для углубленного изучения специальных дисциплин.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 8 ч.;

– семинарские занятия: 18 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

### **1. Общие вопросы клеточной физиологии.**

Углубленно рассматривается функционирование разных типов клеток и их органелл. Повторение материала ранее изученных курсов. Обобщение знаний и анализ основ для изучения молекулярных механизмов, обеспечивающих уже известные процессы в клетках

### **2. Молекулярная и энергетическая организация клетки.**

Рассматривается физиологическая роль ионов кальция в клетке, роль воды в функционировании клеток. Вводится понятие Солитоны, молекулярные ячейки и распределение энергии в них.

### **3. Метаболизм клеток,**

Рассматриваются особенности метаболизма клеток в зависимости от специализации клеток и внешних условий. Нарушения метаболизма, метаболизм при старении, при выполнении клеткой специальных функций, при адаптации.

### **4. Клетки специальной организации: ствольные клетки.**

Классификация, молекулярно-клеточные особенности строения и функции стволовых клеток. Особенности изучения стволовых клеток и работы с ними в культуре.

### **5. Клетки специальной организации: клетки жировой ткани – адипоциты. Адипокины.**

Классификация, молекулярно-клеточные особенности строения и функции. Роль и перспективы работы с Адипокинами. Особенности изучения жировых клеток и перспективы регуляции их функционирования.

### **6. Клетки специальной организации: мышечные клетки. Миокины.**

Классификация, молекулярно-клеточные особенности строения и функции. Роль и перспективы работы с Миокинами. Особенности изучения мышечных клеток и перспективы регуляции их функционирования.

### **7. Сигнальные пути и их роль в клеточной физиологии.**

Классификация сигнальных путей, вторичные посредники. Глутамат-активируемые схемы, как иллюстрация сложности и многообразия организации сигнальных путей

### **8. Клетка в условиях стресса: Белки теплового шока.**

### **9. Клетка в условиях стресса: C-fos белки.**

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения творческих домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Кроме того, оценивается устная работа на семинарах.

### **Планы семинарских занятий и формат их проведения:**

*Семинар 1.* Общие вопросы клеточной физиологии:

*Семинар 2.* Физиологическая роль ионов кальция, воды, Солитонов в клетке.

*Семинар 3.* Метаболизм клеток разной специализации клеток и внешних условий.

*Семинар 4.* Ствольные клетки.

*Семинар 5.* Клетки жировой ткани – адипоциты, адипокины

*Семинар 6.* Клетки мышечной ткани, миокины.

*Семинар 7.* Сигнальные пути и их роль в клеточной физиологии.

*Семинар 8.* Клетка в условиях стресса: Белки теплового шока.

*Семинар 9.* Клетка в условиях стресса: C-fos белки.

*Семинар 1* не требуют специальной подготовки к ним студентов. Они основаны на формировании знаний у студентов путём освещения теоретических аспектов по вопросам данной темы (темы в соответствии с п.9.1) преподавателем с последующим их критическим обсуждением, анализом вариантов влияния разных уровней организации живых систем друг на друга в рамках связей субординации и координирующих связей.

*Семинары 2-9* проходят в форме презентации творческих проектов студентов и их обсуждения. Требуется самостоятельной подготовки студентов по темам. При подготовке к семинару обучающийся самостоятельно проводит критический поиск и анализ научной информации по проблемной тематике, используя ресурсы НБ ТГУ и открытые научные ресурсы сети Интернет. Основные данные, на которые предлагается опираться при подготовке творческой работы указаны в учебном пособии автора курса: «Молекулярная и клеточная физиология: избранные главы. Учебное пособие.» Жаркова Л.П., Большаков М.А., Кереев А.В., 2018. Для подготовки к данному занятию студенты должны продемонстрировать анализ актуальной биологической проблемы (анализируя роль изучаемых молекулярных и клеточных процессов в реализации эффектов применительно к собственным научным исследованиям по тематике магистерской диссертации).

#### **Оценка устного ответа (на семинарских занятиях)**

**«Нулевой» уровень (условная 1)** – студент не выполнил учебный план изучения дисциплины: не участвовал в работе семинарских занятий, не получил достаточного количества баллов за коллоквиумы (фактически не допущен к сдаче устного испытания).

**«Не зачтено» (условная 2)** – студент выполнил учебный план за семестр, участвовал в работе семинаров по отдельным темам, набрал минимальное количество баллов за участие в коллоквиумах, но при ответе на билет устного зачета продемонстрировал отсутствие знаний по ряду вопросов или недостаточные знания по вопросам билета.

**«Зачтено» (условная 4-5)** – студент полностью и успешно выполнил учебный план, активно работал на семинарских занятиях, показал хорошие знания на коллоквиумах и при ответе на вопросы экзаменационного билета.

#### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Экзамен с оценкой во втором семестре** проводится в устной форме по билетам. Итоговая экзаменационная оценка по дисциплине состоит из оценки за работу на семинарских занятиях и за задания в курсе moodle (текущий контроль) и экзаменационной оценки. Экзаменационный билет содержит три теоретических вопроса. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов для экзамена:

1. Эукариотические клетки: их молекулярный и электролитный состав, органеллы. Ионная и хиральная асимметрия
2. Роль кальция во внутриклеточных процессах. Какие кальций-регулируемые процессы Вы знаете? Преимущества кальция как вторичного посредника. Особенности регуляции процессов с помощью кальция.
3. Вода, её структура и роль в функционировании клетки. Аномальные свойства воды и обусловленность аномальности. Фрактальный характер внутриклеточной воды. Солитоны. Молекулярные ячейки как структурно-функциональная основа клеточной организации по модели Л.Н. Галля и их роль в энергетике клеточных процессов.
4. Теории канцерогенеза и причины возникновения опухолей. Нарушения обмена веществ опухолевой клетки, повышающие ее выживаемость и конкурентоспособность. Нарушения функциональной активности опухолевой клетки. Рост и метастазирование.

5. Понятие и фундаментальные свойства стволовых клеток. Феномен пластичности соматических стволовых клеток. Особенности индуцированных плюрипотентных клеток. Дифференцировочный потенциал стволовой клетки.

6. Группы стволовых клеток в соответствии с их потенциальностью и происхождением. Основные свойства, достоинства и недостатки эмбриональных стволовых клеток.

7. Жировая ткань как источник энергии в организме. Понятие, виды и особенности адипокинов жировой ткани. Особенности адипоцитов. Понятие гипертрофии и гиперплазии.

8. Адипокины. Лептин, роль лептина в регуляции физиологических функций организма, свойства и механизмы действия гормона. Основные эффекты адипонектина и резистина в системе регуляции энергетического метаболизма. Роль жировой ткани в регуляции гомеостаза, иммунитета и системы крови.

9. Особенности строения и функционирования мышечных клеток.

10. Роль миокинов в функционировании клеток и организма. Причины и механизмы синтеза миокинов. Роль ядерного фактора NF- $\kappa$ B при сокращении мышц. Роль белка PGC-1 для адаптивных возможностей мышечных клеток. Роль белка PGC-1 в борьбе с депрессией. Миокины и термогенез. Миокины против рака.

11. Общий принцип формирования ответа клетки на внешнее воздействие. 4 основных типа молекулярных рецепторов. Вторичные посредники передачи сигналов.

12. Глутамат-активируемые сигнальные пути и их роль в клеточной физиологии. Особенности строения и функционирования разных видов рецепторов глутамата. Лиганды NMDA рецепторов. Области их применения в медицине.

13. Клетка в условиях стресса. Свойства и функции белков теплового шока, особенности конститутивных и индуцибельных белков. Основные семейства белков теплового шока, их краткая характеристика.

14. Механизмы защиты клеток от повреждения и гибели. Перспективы использования белков теплового шока.

15. Ген раннего реагирования c-fos как маркер физиологической активности нервных клеток. Белок раннего реагирования c-fos, функции и методы регистрации его активности. Участие белка c-fos в регуляции физиологических функций организма.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

**1 (нулевой уровень)** – студент не готов и не приступает к ответу;

**«Неудовлетворительно»** - студент имеет слабое представление о клеточных процессах на молекулярном уровне, допускает грубые ошибки в ответе и при использовании специальной терминологии; в течение учебного года занимался посредственно, на семинарских занятиях был пассивен, задания в курсе moodle выполнял с оценкой «2» или «3 балла».

**«Удовлетворительно»** - студент владеет лишь поверхностными знаниями о клеточных процессах на молекулярном уровне, о методах изучения клеток, о механизмах клеточного метаболизма, слабо владеет специальной терминологией; в течение учебного года занимался посредственно, на семинарских был недостаточно активен, задания в курсе moodle выполнял в основном с оценкой «3 балла».

**«Хорошо»** - студент владеет хорошими о клеточных процессах на молекулярном уровне, о методах изучения клеток, о механизмах клеточного метаболизма, при ответе на вопросы билета допускает незначительные ошибки; в течение учебного года студент полностью и успешно выполнил учебный план, активно работал на семинарских, задания в курсе moodle выполнял с оценкой «4 балла»;

**«Отлично»** - студент владеет отличными знаниями о клеточных процессах на молекулярном уровне, о методах изучения клеток, о механизмах клеточного метаболизма, владеет специальной терминологией, при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает ошибок, способен к анализу предложенных ситуаций; в течение учебного года

студент полностью и успешно выполнил учебный план, активно работал на семинарских занятиях, за задания в курсе moodle получал в основном оценки «5 баллов».

### **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=25720>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине в соответствующем курсе «Moodle».

в) План семинарских занятий по дисциплине, представленный в соответствующем курсе «Moodle».

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов представленные в соответствующем курсе «Moodle».

### **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. Большаков М.А., Жаркова Л.П. Мембранные процессы физиологический и биофизический аспекты. Учебное пособие. 2011.

2. Жаркова Л.П., Большаков М.А. Основы энергетики живых систем. Учебное пособие. Томск: ТГУ. 2013. 164с.

3. Молекулярная и клеточная физиология: избранные главы. Учебное пособие.» Жаркова Л.П., Большаков М.А., Керя А.В., 2018. Томск ТГУ; ТМЛ-Пресс – 188 с.

б) дополнительная литература:

1. Твердислов В.А., Сидорова А.Э., Яковенко Л.В. Биофизическая экология /Предисл. В.Т. Трофимова, – М.: КРАСНАД, 2012. – 544 с.

2. Ткачук В.А. Мембранные рецепторы и внутриклеточный кальций // Соросовский образовательный журнал. Т.7. – №1. – 2001. С. 10-15.

3. Медведев С.С., Маркова И.В. Роль ионов кальция при передаче сигналов в клетках растений // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия биология. 2001. – С. 20-25.

4. Albrecht-Buehler G. In defense of "nonmolecular" cell biology // International Review of Cytology. 1990. V. 120. p. 191-241

5. Florian M.C., Nattamai K.J., Dörr K., Geiger H.A. Canonical to non-canonical Wnt signalling switch in haematopoietic stem-cell ageing. // Nature. 2013 doi:10.1038/nature12631.

6. Трошин А.С., Трошина В.П. Физиология клетки 1979. М: Просвещение. 118 с.

7. Strauss E. How Embryos Shape Up // Science. – 1998. – 281. P. 159 – 160.

8. Ozerov Iv., Lezhnina Kv., Izumchenko E., Artemov Av., Medintsev S., Vanhaelen Q., Aliper A., Vijg J., Osipov An., Labat I., West Md., Buzdin A., Cantor Cr., Nikolsky Y., Borisov N., Irincheeva I., Khokhlovich E., Sidransky D., Camargo Ml., Zhavoronkov A. et al. In silico pathway activation network decomposition analysis (IPANDA) as a method for biomarker development // Nature Communications. 2016. Т. 7. С. 13427.

9. Бuzдин А.А. Генетические ансамбли в онкологии. 7 фактов о работе генов при онкологических заболеваниях и применении таргетных препаратов // <https://postnauka.ru/faq/26521> Медицина. - 2014

10. Dimitriadis E. The use of malaria glycosaminoglycan to block cancers—lessons from the human placenta // Translational Cancer Research Vol. 5 (6) - 2016 P. 1085-10887.

11. Жолондз М.Я. Рак: только правда. — СПб.: Питер, 2001. — 160 с.
12. Salanti, et al. Targeting human cancer by a glycosaminoglycan binding malaria brotein // *Cancer Cell*. – 2015. – V.28, P. 500–514
13. Нормальная физиология: учебник / Орлов Р.С., Ноздрачев А.Д. - 2-е изд., исправл. и доп. 2010. - 832 с.
14. Попов Д.В., Лысенко Е.А., Кузьмин И.В. и др. Регуляция экспрессии изоформ PGC-1 $\alpha$  в скелетных мышцах. // *АСТА NATURAE*. 2015. ТОМ 7. № 1. (24). 51-63.
15. Резник Н. Мышцы внутренней секреции // *Химия и жизнь* №9. 2016
16. Щербаков В.И., Скосырева Г.А., Рябиченко Т.И. Роль миокинов в регуляции энергетического обмена // *Бюллетень сибирской медицины*, № 3, 2012. С 173-178.
17. Liang H1, Ward WF. PGC-1 $\alpha$ : a key regulator of energy metabolism // *Advances in Physiology Education*. 2006 - 30(4):145-51.
18. Pedersen B.K., Akerstrom T.C.A., Nielsen A.R., Fischer C.P. Role of myokines in exercise and metabolism // *J. Appl. Physiol*. 2007. 103. P. 1093—1098.
19. Schnyder S., Handschin Ch. Skeletal muscle as an endocrine organ: PGC-1 $\alpha$ , myokines and exercise // *Bone*, 2015, 80, 115–125, doi: 10.1016/j.bone.2015.02.008
20. Petroff O.A. GABA and glutamate in the human brain // *The Neuroscientist*. 2002 – 8(6):562-73.
21. Watkins J.C., Jane D.E. The glutamate story // *British Journal of Pharmacology* 2006 – 147 (1):3100-8.)
22. Барабанова С.В., Головки О.И., Новикова Н.С., Носов М.А., Корнева Е.А., Казакова Т.Б. Влияние стресса на экспрессию индуцибельных генов c-fos и интерлейкина-2 в клетках нервной и иммунной систем // *Нейрохимия*. 1998. Т. 15 (4). С. 380-384.
23. Кузнецов С.Л., Афанасьев М.А., Значение гена раннего реагирования c-Fos и продуктов его экспрессии в нейронах при различных воздействиях // *Биомедицина*. -1 . 2013. С.109-122.
24. Кереев А.В., Большаков М.А., Ходанович М.Ю., Немирович-Данченко Н.М., Кутенков О.П., Ростов В.В. Оценка степени активности белка c-fos в структурах мозга мышей на воздействие наносекундных микроволновых импульсов // *Радиационная биология. Радиозэкология*. 2017. Т. 57. № 2. С. 179-184.
25. Ходанович М.Ю., Гуль Е.В., Зеленская А.Е., Пан Э.С., Кривова Н.А. Влияние длительного ослабления геомагнитного поля на агрессивность лабораторных крыс и активацию опиоидергических нейронов // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2013. № 1 (21). С. 146–160.
26. Carballo-Quintás M., Martínez-Silva I., Cadarso-Suárez C., et al. A study of neurotoxic biomarkers, c-fos and GFAP after acute exposure to GSM radiation at 900 MHz in the picrotoxin model of rat brains // *Neurotoxicology*. 2011. Vol. 32(4). P. 478-94.
27. Chen K., Yan J., Li J., et al. c-fos expression in rat brainstem following intake of sucrose or saccharin // *Front Med*. 2011. Vol. 5 (3). P. 294-301.
28. Nuñez P., Perillan C., Vijande M., Arguelles J. Progressive training effects on neuronal hypothalamic activation in the rat. // *Neuroscience Letters*. 2012. Vol. 517(2). P. 113-7.
29. Sterrenburg L., Gaszner B., Boerrigter J., et al. Chronic stress induces sex-specific alterations in methylation and expression of corticotropin-releasing factor gene in the rat // *Public Library of Science One*. 2011. Vol. 6(11). 28128 p.
30. Панков Ю. Жировая ткань как эндокринный орган, регулирующий рост, половое созревание и другие физиологические функции // *Биохимия*. 1999. Т. 64, выпуск 6. С. 725-

31. Шварц В. Жировая ткань как эндокринный орган. Проблемы эндокринологии. 2009. Т. 55, № 1. С. 38-44.
32. Шварц В. Жировая ткань как орган иммунной системы. Цитокины и воспаление. 2009. Т. 8, № 4. С. 3-10.
33. Чубриева С.Ю., Глухов Н.В., Зайчик А.М. Жировая ткань как эндокринный регулятор (обзор литературы) // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2008. Сер. 11 вып. 1. С. 32–43.
34. Chen H., Charlat O., Tartaglia L. A. et al. Evidence that the diabetes gene encodes the leptin receptor. Identification of a mutation in the leptin receptor gene in db/db mice // Cell. 1996. Vol. 84. P. 491–495.
35. Fruhbeck G., Gomes-Ambrosi J., Muruzabal F. J. et al. The adipocyte: a model for integration of endocrine and metabolic signaling in energy metabolism regulation // Amer. J. Physiol. Endocrin. Metab. 2001. Vol. 280. P. E827–E847.
36. Mohammad, MK; Morran, M; Slotterbeck, B; Leaman, DW; Sun, Y; Grafenstein, H; Hong, SC; McInerney, MF. Dysregulated Toll-like receptor expression and signaling in bone marrow-derived macrophages at the onset of diabetes in the non-obese diabetic mouse. Int Immunol. 2006, V. 18. P. 1101–1113.
37. Ramsay T. G. Fat cells // Endocrin. Metab. Clin. North Amer. 1996. Vol. 25. P. 847–879. 2.
38. Schwartz M. W., Seeley R. J., Campfield L. A. et al. Identification of targets of leptin action in rat hypothalamus // J. Clin. Invest. 1996. Vol. 98. P. 1101–1106.
39. Wellen K.E., Hotamisligil G.S. // J. Clin. Invest. 2003. V.112. P.1785-1788.
40. Биофизика./ Ред. В.Ф. Антонов. - М: Владос, 2000, 287 с.
41. Скулачев В.П. Явления запрограммированной смерти. Митохондрии, клетки и органы: роль активных форм кислорода. // Соросовский образовательный журнал. 2001. – Т.7. – №6. – С. 4 - 10.
42. Биофизика./ Ред. П.Г. Костюк. – Киев: Выща школа, 1998, 503 с.
43. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика. Практический курс. Учебное пособие. Гл.3, с. 335. М: ФАИР-ПРЕСС, 1999,-720с.
44. Костюк П.Г. Кальций и клеточная возбудимость. - М: Наука, 1986, 225 с.
45. Рубин А.Б. Биофизика (Том 2). – М: МГУ, НАУКА, 2004. – 469 с.
46. Гелетюк В.И., Казаченко В.И. Кластерная организация ионных каналов. -М: Наука, 1990, 223 с.
47. Журавлёв А.И. Квантовая биофизика животных и человека: учебное пособие. М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011 – 398 с.
48. Ванг В.К. Диссипативные структуры в реакционно-диффузионных системах. Эксперимент и теория. М: ИКИ, 2008. 300 с.
49. О природе живого: механизмы и смысл. М. Ичас Пер. с англ. - М.: Мир, 1994. - 496 с
50. Л.Н.Галль, Н.Р.Галль. Новый подход к проблеме биоэнергетики - новые методы исследований в науках о жизни. Научное приборостроение, 2008, т.18, №2, с.52-60.
51. Л.Н.Галль, Н.Р.Галль. Механизм межмолекулярной передачи энергии и
52. восприятия сверхслабых воздействий химическими и биологическими системами. Биофизика, 2009, т.54, №3, с.563-574.
53. Л. Галь Биоэнергетика – магия жизни М: АСТ; СПб.: Астрель-СПб, 2010. – 349с.

54. И.Л. Царев, А. В. Мелерзанов Обзор подходов к иммунотерапии в онкологии. Исследования и практика в медицине Том 4, № 3, 2017

в) ресурсы сети Интернет:

– <https://stepik.org/course/70/promo> Молекулярная биология и генетика, платформа Stepik

– <https://stepik.org/course/9180/promo> Молекулярная биология клетки, платформа Stepik

– <https://biomolecula.ru/articles>

– <https://teach-in.ru/course/molecular-biology-aseev> Видеолекции по молекулярной биологии

– <http://cnb.uran.ru/userfiles/213219.pdf> Биохимия. Учебник / под. Ред. чл.-корр. РАН Е.С. Северина. 5-е издание М: ГЭОТАР Медиа - 2011. 768 стр.

– <https://e.lanbook.com/book/10122> Рубин, А.Б. Биофизика: В 2 т. Т. 1: Теоретическая биофизика: Учебник. – М.: МГУ имени М.В.Ломоносова, 2004. — 448 с.

– <http://e.lanbook.com/book/49548> Клетка. Повреждение клетки: Учебные пособия / С.А. Лобанов, Е.В. Данилов, А.В. Данилов. —БГПУ имени М. Акмуллы, 2011. — 76 с.

– [http://www.oncology.ru/specialist/journal\\_oncology/archive/0410/001/](http://www.oncology.ru/specialist/journal_oncology/archive/0410/001/) Ангиогенез в опухолях

– <https://www.oncology.kiev.ua/wp-content/themes/umj/pdf/51/4.pdf?upload=> Гетерогенность опухоли – динамичное состояние

– <https://vestnikramn.spr-journal.ru/jour/article/download/833/891> Циркулирующие опухолевые клетки

### **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### **15. Информация о разработчиках**

Жаркова Любовь Петровна, к.б.н., доцент, кафедра физиологии человека и животных НИ ТГУ.