

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Директор центра**

**А.С. Микуленков**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Основы биологии рака и современные методы терапии
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Цифровая трансформация в управлении здравоохранением центр науки и технологий искусственного интеллекта кафедра инновационной фармацевтики, медицинской техники и биотехнологии
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 90 всего, в том числе:

- лекции: 90 час.
- семинары: 0 час.
- лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 105 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 225, всего зач. ед.: 5

Программу составили:

М.О. Дурыманов, канд. биол. наук  
А.В. Мелерзанов, канд. мед. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры инновационной фармацевтики, медицинской техники и биотехнологии 04.06.2021

## Аннотация

Студент после освоения курса будет понимать фундаментальные понятия и аспекты, связанные с возникновением рака, его развитием, а также физиологическими и молекулярно-биологическими особенностями раковых опухолей, современные проблемы, связанные с лечением раковых опухолей, принципы и подходы, направленные на разработку и тестирование новых терапевтических подходов и лекарств.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

понимание биологических аспектов появления и развития рака, а также современных методов терапии.

#### Задачи дисциплины

- освоение студентами базовых знаний об онкологических заболеваниях, их причинах и молекулярных механизмах развития;
- приобретение теоретических знаний о классических и современных методах терапии рака, включая подходы к «персонализированной» терапии.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)

ограничения различных методов решения	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
ПК-8 Способность применять методы планирования исследований и экспериментов при выполнении проектов и заданий в избранной предметной области	ПК-8.1 Знает теоретические основы планирования исследований и экспериментов в избранной предметной области
	ПК-8.2 Умеет применять теоретические знания к построению программ исследований и экспериментов при выполнении конкретных проектов и заданий
	ПК-8.3 Владеет методами планирования исследований и экспериментов в избранной предметной области

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия и аспекты, связанные с возникновением рака, его развитием, а также физиологическими и молекулярно-биологическими особенностями раковых опухолей;
- современные проблемы, связанные с лечением раковых опухолей;
- принципы и подходы, направленные на разработку и тестирование новых терапевтических подходов и лекарств.

уметь:

- ориентироваться в молекулярных механизмах опухолеобразования;
- оперировать полученными знаниями и понятиями в будущей научно-исследовательской работе;
- адекватно оценивать потенциальные перспективы новых методов терапии рака;
- устанавливать причинно-следственные связи между биологическими аспектами развития рака и современными методами терапии и диагностики, которые всё сильнее совершенствуются.

владеть:

- молекулярно-биологической и биомедицинской терминологией, связанной с аспектами биологии рака;
- навыками освоения большого объема информации и понимания биологических процессов, связанных с раком;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых знаний.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в биологию рака	6			7
2	Повреждение и репарация ДНК. Мутации, онкогены и опухолевые супрессоры	6			7
3	Роль онковирусов и эпигенетических изменений в развитии рака	5			7
4	Онкоэволюция и генетическая гетерогенность опухолей. Стволовые раковые клетки	6			7
5	Рецепторы и сигнальные пути в опухолях	5			7
6	Молекулярные механизмы инвазии и метастазирования	6			6
7	Метаболизм раковых клеток	5			7
8	Ангиогенез опухолей. Физиологические особенности солидных опухолей	6			6
9	Воспалительные процессы в опухоли. «Иммунный надзор»	5			7
10	Механизмы избегания иммунного надзора	5			7
11	Патогенез и ключевые молекулярные события при развитии различных опухолей	5			7
12	Барьеры для доставки лекарств в опухоли, классификация методов терапии рака	2			2
13	Классические методы терапии, механизмы действия цитостатиков	2			2
14	Механизмы устойчивости раковых клеток к химиотерапии. Поиск новых мишеней	2			2
15	Иммунотерапевтические стратегии лечения рака	3			3
16	Использование нанолечарств в терапии рака	5			5
17	Генная терапия рака	4			4
18	Методы используемые для диагностики раковых опухолей	6			6
19	Модели для экспериментального тестирования противораковых препаратов	4			4
20	Стратегии для «персонализированной» терапии рака	2			2
Итого часов		90			105
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		225 час., 5 зач.ед.			

## 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

### Семестр: 1 (Осенний)

#### 1. Введение в биологию рака

Понятие о раке. Особенности доброкачественных и злокачественных опухолей. Классификация раковых опухолей. Статистика по частоте и 5-летней выживаемости. Свойства раковых опухолей.

#### 2. Повреждение и репарация ДНК. Мутации, онкогены и опухолевые супрессоры

Типы повреждений ДНК и повреждающие факторы. Системы репарации одно- и двунитевых разрывов. Клеточный цикл и «точки проверки». Классификация мутаций. Понятие об онкогенах и опухолевых супрессорах. Наследование мутаций.

#### 3. Роль онковирусов и эпигенетических изменений в развитии рака

Типы онковирусов. Влияние онковирусов на стабильность клеточного генома. Эпигенетические изменения, их роль в раковом мутагенезе. Эпиканцерогены. Влияние эпигенетических изменений на экспрессию микроРНК и активность мобильных элементов.

#### 4. Онкоэволюция и генетическая гетерогенность опухолей. Стволовые раковые клетки

Понятие об «онкоэволюции». Стволовые раковые клетки. Клеточное (репликативное) старение. Теломерный кризис. Преодоление теломерного кризиса раковыми клетками. Хромотрипсис.

#### 5. Рецепторы и сигнальные пути в опухолях

Обзор рецепторов и сигнальных путей, играющих активную роль в функционировании раковых клеток.

#### 6. Молекулярные механизмы инвазии и метастазирования

Понятия инвазии и метастазирования. Типы клеточных контактов. Эпителиально-мезенхимальный переход. Сигнальные пути, вовлеченные в миграцию раковых клеток. Внеклеточный матрикс, его компоненты и роль в прогрессии рака. Образование пре-метастатических ниш и роль экзосом в этом процессе.

#### 7. Метаболизм раковых клеток

Мутации и сигнальные пути, оказывающие влияние на метаболизм раковых клеток. Роль гипоксии. Ключевые отличия метаболизма раковых клеток. Эффект Варбурга.

#### 8. Ангиогенез опухолей. Физиологические особенности солидных опухолей

Различия нормального и патологического ангиогенеза. Роль гипоксии в стимуляции роста сосудов. Особенности морфологии опухолевых сосудов. Физиологические особенности солидных опухолей.

#### 9. Воспалительные процессы в опухоли. «Иммунный надзор»

Как иммунная система распознаёт опухолевые клетки? Компоненты врождённого и адаптивного иммунитета, осуществляющие «иммунный надзор».

#### 10. Механизмы избегания иммунного надзора

Механизмы избегания иммунного надзора. Диалог раковых клеток с компонентами стромы и иммунными клетками. Роль воспаления в промотировании рака.

#### 11. Патогенез и ключевые молекулярные события при развитии различных опухолей

Рассмотрение ключевых мутаций, сигнальных каскадов и роли воспаления в развитии рака молочной железы, предстательной железы, немелкоклеточной карциномы лёгкого, дуктальной аденокарциномы поджелудочной железы и кожной меланомы.

### Семестр: 2 (Весенний)

#### 12. Барьеры для доставки лекарств в опухоли, классификация методов терапии рака

Классификация методов терапии рака. Методы введения лекарств. Внеклеточные и внутриклеточные барьеры для доставки лекарств. Физиологические особенности, ограничивающие распространение лекарств в ткани опухоли.

#### 13. Классические методы терапии, механизмы действия цитостатиков

Хирургия, лучевая терапия, гормональная терапия. Химиотерапия, классы химиотерапевтических препаратов. Механизмы действия цитостатиков.

#### 14. Механизмы устойчивости раковых клеток к химиотерапии. Поиск новых мишеней

Механизмы устойчивости раковых клеток к химиотерапии. Роль ферментов фазы II и III в детоксикации химиопрепаратов. Таргетная терапия и её перспективы. Терапии, направленные на уничтожение стволовых раковых клеток.

#### 15. Иммунотерапевтические стратегии лечения рака

Многообразие иммунотерапевтических подходов. Иммуновакцины. Терапия с помощью антител и цитокинов. CAR-T-клеточная терапия. Адоптивная Т-клеточная иммунотерапия. Блокада CTLA-4 и PD-1L. Неоантигены.

#### 16. Использование нанолечарств в терапии рака

Эффект «повышенной проницаемости и удерживания». Типы нанолечарств и используемые наноносители и материалы. «Контролируемое выделение» лекарств. Преимущества нанолечарств и их ограничения. Оценка безопасности нанолечарств. Принципы дизайна наноматериалов для доставки лекарств. Перспективы нанолечарств для лечения рака.

#### 17. Генная терапия рака

Типы генной терапии. Категории доставляемых нуклеиновых кислот. Вирусные векторы, их преимущества и недостатки. Невирусные векторы: липоплексы, полиплексы, LNP. Клинический статус генно-терапевтических противораковых препаратов.

#### 18. Методы используемые для диагностики раковых опухолей

Классические и современные методы диагностики рака. Обзор методов диагностики. Принципы методов. Виды томографии: МРТ, КТ, ПЭТ, ОФЭКТ, их принципы. Использование радиоизотопов и наночастиц для диагностики рака.

#### 19. Модели для экспериментального тестирования противораковых препаратов

Предсказательная ценность моделей. Клеточные 2D модели. Клеточные 3D модели: сфероиды, органоиды, проточные модели «орган-на-чипе». Животные модели: сингенные опухоли, ксенографты, PDX.

#### 20. Стратегии для «персонализированной» терапии рака

Принципы «персонализации» при планировании терапевтической стратегии. Онкомаркеры, их роль в планировании лечения. Использование PDX моделей.

### **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Стандартная учебная аудитория, оборудованная проектором.

### **6.Перечень рекомендуемой литературы**

Основная литература

Предоставляется на кафедре:

- R. Avraham, Y. Yarden, Feedback regulation of EGFR signalling: decision making by early and delayed loops, *Nature Reviews Molecular Cell Biology*. 12 (2011) 104.
- [2] D. Ribatti, The concept of immune surveillance against tumors: The first theories, *Oncotarget*. 8 (2016) 7175–7180. doi:10.18632/oncotarget.12739.
- [3] R. Xu, A. Rai, M. Chen, W. Suwakulsiri, D.W. Greening, R.J. Simpson, Extracellular vesicles in cancer - implications for future improvements in cancer care, *Nat Rev Clin Oncol*. 15 (2018) 617–638. doi:10.1038/s41571-018-0036-9.
- [4] Z. Yu, T.G. Pestell, M.P. Lisanti, R.G. Pestell, Cancer stem cells, *Int. J. Biochem. Cell Biol*. 44 (2012) 2144–2151. doi:10.1016/j.biocel.2012.08.022.
- [5] T. Kobets, M.J. Iatropoulos, G.M. Williams, Mechanisms of DNA-reactive and epigenetic chemical carcinogens: applications to carcinogenicity testing and risk assessment, *Toxicol Res (Camb)*. 8 (2019) 123–145. doi:10.1039/c8tx00250a.
- [6] R.T. Dorsam, J.S. Gutkind, G-protein-coupled receptors and cancer, *Nat. Rev. Cancer*. 7 (2007) 79–94. doi:10.1038/nrc2069.
- [7] V. Petrova, M. Annicchiarico-Petruzzelli, G. Melino, I. Amelio, The hypoxic tumour microenvironment, *Oncogenesis*. 7 (2018) 10. doi:10.1038/s41389-017-0011-9.
- [8] J.B. Swann, M.J. Smyth, Immune surveillance of tumors, *J. Clin. Invest*. 117 (2007) 1137–1146. doi:10.1172/JCI31405.
- [9] N. Kaushik, S. Kim, Y. Suh, S.-J. Lee, Proinvasive extracellular matrix remodeling for tumor progression, *Arch. Pharm. Res*. 42 (2019) 40–47. doi:10.1007/s12272-018-1097-0.
- [10] M.A. Caligiuri, Immune surveillance against common cancers: the great escape, *Blood*. 106 (2005) 773–774. doi:10.1182/blood-2005-05-1887.
- [11] J.J. O'Shea, M. Gadina, R.M. Siegel, Cytokines and cytokine receptors, in: *Clinical Immunology*, Elsevier, 2019: pp. 127–155.
- [12] J. Maciejowski, T. de Lange, Telomeres in cancer: tumour suppression and genome instability, *Nat. Rev. Mol. Cell Biol*. 18 (2017) 175–186. doi:10.1038/nrm.2016.171.
- [13] M. Salvadores, D. Mas-Ponte, F. Supek, Passenger mutations accurately classify human tumors, *PLOS Computational Biology*. 15 (2019) e1006953. doi:10.1371/journal.pcbi.1006953.
- [14] K.H. Burns, Transposable elements in cancer, *Nat. Rev. Cancer*. 17 (2017) 415–424. doi:10.1038/nrc.2017.35.
- [15] P.S. Moore, Y. Chang, Why do viruses cause cancer? Highlights of the first century of human tumour virology, *Nat. Rev. Cancer*. 10 (2010) 878–889. doi:10.1038/nrc2961.
- [16] A. Albini, M.B. Sporn, The tumour microenvironment as a target for chemoprevention, *Nature Reviews Cancer*. 7 (2007) 139–147. doi:10.1038/nrc2067.
- [17] O. Trédan, C.M. Galmarini, K. Patel, I.F. Tannock, Drug resistance and the solid tumor microenvironment, *Journal of the National Cancer Institute*. 99 (2007) 1441–1454.
- [18] H. Hashizume, P. Baluk, S. Morikawa, J.W. McLean, G. Thurston, S. Roberge, R.K. Jain, D.M. McDonald, Openings between defective endothelial cells explain tumor vessel leakiness, *The American Journal of Pathology*. 156 (2000) 1363–1380.
- [19] I. Gukovsky, N. Li, J. Todoric, A. Gukovskaya, M. Karin, Inflammation, autophagy, and obesity: common features in the pathogenesis of pancreatitis and pancreatic cancer, *Gastroenterology*. 144 (2013) 1199–1209.
- [20] S. Vyas, E. Zaganjor, M.C. Haigis, Mitochondria and Cancer, *Cell*. 166 (2016) 555–566. doi:10.1016/j.cell.2016.07.002.

Дополнительная литература



Предоставляется на кафедре:

- [1] R. Avraham, Y. Yarden, Feedback regulation of EGFR signalling: decision making by early and delayed loops, *Nature Reviews Molecular Cell Biology*. 12 (2011) 104.
- [2] D. Ribatti, The concept of immune surveillance against tumors: The first theories, *Oncotarget*. 8 (2016) 7175–7180. doi:10.18632/oncotarget.12739.
- [3] R. Xu, A. Rai, M. Chen, W. Suwakulsiri, D.W. Greening, R.J. Simpson, Extracellular vesicles in cancer - implications for future improvements in cancer care, *Nat Rev Clin Oncol*. 15 (2018) 617–638. doi:10.1038/s41571-018-0036-9.
- [4] Z. Yu, T.G. Pestell, M.P. Lisanti, R.G. Pestell, Cancer stem cells, *Int. J. Biochem. Cell Biol*. 44 (2012) 2144–2151. doi:10.1016/j.biocel.2012.08.022.
- [5] T. Kobets, M.J. Iatropoulos, G.M. Williams, Mechanisms of DNA-reactive and epigenetic chemical carcinogens: applications to carcinogenicity testing and risk assessment, *Toxicol Res (Camb)*. 8 (2019) 123–145. doi:10.1039/c8tx00250a.
- [6] R.T. Dorsam, J.S. Gutkind, G-protein-coupled receptors and cancer, *Nat. Rev. Cancer*. 7 (2007) 79–94. doi:10.1038/nrc2069.
- [7] V. Petrova, M. Annicchiarico-Petruzzelli, G. Melino, I. Amelio, The hypoxic tumour microenvironment, *Oncogenesis*. 7 (2018) 10. doi:10.1038/s41389-017-0011-9.
- [8] J.B. Swann, M.J. Smyth, Immune surveillance of tumors, *J. Clin. Invest*. 117 (2007) 1137–1146. doi:10.1172/JCI31405.
- [9] N. Kaushik, S. Kim, Y. Suh, S.-J. Lee, Proinvasive extracellular matrix remodeling for tumor progression, *Arch. Pharm. Res*. 42 (2019) 40–47. doi:10.1007/s12272-018-1097-0.
- [10] M.A. Caligiuri, Immune surveillance against common cancers: the great escape, *Blood*. 106 (2005) 773–774. doi:10.1182/blood-2005-05-1887.
- [11] J.J. O'Shea, M. Gadina, R.M. Siegel, Cytokines and cytokine receptors, in: *Clinical Immunology*, Elsevier, 2019: pp. 127–155.
- [12] J. Maciejowski, T. de Lange, Telomeres in cancer: tumour suppression and genome instability, *Nat. Rev. Mol. Cell Biol*. 18 (2017) 175–186. doi:10.1038/nrm.2016.171.
- [13] M. Salvadores, D. Mas-Ponte, F. Supek, Passenger mutations accurately classify human tumors, *PLOS Computational Biology*. 15 (2019) e1006953. doi:10.1371/journal.pcbi.1006953.
- [14] K.H. Burns, Transposable elements in cancer, *Nat. Rev. Cancer*. 17 (2017) 415–424. doi:10.1038/nrc.2017.35.
- [15] P.S. Moore, Y. Chang, Why do viruses cause cancer? Highlights of the first century of human tumour virology, *Nat. Rev. Cancer*. 10 (2010) 878–889. doi:10.1038/nrc2961.
- [16] A. Albini, M.B. Sporn, The tumour microenvironment as a target for chemoprevention, *Nature Reviews Cancer*. 7 (2007) 139–147. doi:10.1038/nrc2067.
- [17] O. Trédan, C.M. Galmarini, K. Patel, I.F. Tannock, Drug resistance and the solid tumor microenvironment, *Journal of the National Cancer Institute*. 99 (2007) 1441–1454.
- [18] H. Hashizume, P. Baluk, S. Morikawa, J.W. McLean, G. Thurston, S. Roberge, R.K. Jain, D.M. McDonald, Openings between defective endothelial cells explain tumor vessel leakiness, *The American Journal of Pathology*. 156 (2000) 1363–1380.
- [19] I. Gukovsky, N. Li, J. Todoric, A. Gukovskaya, M. Karin, Inflammation, autophagy, and obesity: common features in the pathogenesis of pancreatitis and pancreatic cancer, *Gastroenterology*. 144 (2013) 1199–1209.
- [20] S. Vyas, E. Zaganjor, M.C. Haigis, Mitochondria and Cancer, *Cell*. 166 (2016) 555–566. doi:10.1016/j.cell.2016.07.002.
- [21] V.P. Chauhan, T. Stylianopoulos, Y. Boucher, R.K. Jain, Delivery of molecular and nanoscale medicine to tumors: transport barriers and strategies, *Annu Rev Chem Biomol Eng*. 2 (2011) 281–298. doi:10.1146/annurev-chembioeng-061010-114300.
- [22] H.X. Chao, C.E. Poovey, A.A. Privette, G.D. Grant, H.Y. Chao, J.G. Cook, J.E. Purvis, Orchestration of DNA Damage Checkpoint Dynamics across the Human Cell Cycle, *Cell Syst*. 5 (2017) 445–459.e5. doi:10.1016/j.cels.2017.09.015.
- [23] D. Brnzei, M. Foiani, Regulation of DNA repair throughout the cell cycle, *Nat. Rev. Mol. Cell Biol*. 9 (2008) 297–308. doi:10.1038/nrm2351.
- [24] S. Elmore, Apoptosis: A Review of Programmed Cell Death, *Toxicol Pathol*. 35 (2007) 495–516. doi:10.1080/01926230701320337.
- [25] Z. Hongmei, Extrinsic and Intrinsic Apoptosis Signal Pathway Review, *Apoptosis and Medicine*. (2012). doi:10.5772/50129.
- [26] S.I. Grivennikov, Inflammation and colorectal cancer: colitis-associated neoplasia, *Semin Immunopathol*. 35 (2013) 229–244. doi:10.1007/s00281-012-0352-6.
- [27] J.W. O'Connor, E.W. Gomez, Biomechanics of TGF $\beta$ -induced epithelial-mesenchymal transition: implications for fibrosis and cancer, *Clin Transl Med*. 3 (2014) 23. doi:10.1186/2001-1326-3-23.
- [28] Y. Raz, N. Erez, An inflammatory vicious cycle: Fibroblasts and immune cell recruitment in

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

- Статья “Cancerogenesis” (<https://en.wikipedia.org/wiki/Carcinogenesis>)
- Статья “DNA repair” ([https://en.wikipedia.org/wiki/DNA\\_repair](https://en.wikipedia.org/wiki/DNA_repair))
- Статья “Treatment of cancer” ([https://en.wikipedia.org/wiki/Treatment\\_of\\_cancer](https://en.wikipedia.org/wiki/Treatment_of_cancer))

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Для части занятий потребуется Zoom. Google Drive для доступа к материалам курса.  
Приветствуется наличие во время занятий смартфонов/ноутбуков для участия в интерактивных упражнениях.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Цифровая трансформация в управлении здравоохранением центр науки и технологий искусственного интеллекта кафедра инновационной фармацевтики, медицинской техники и биотехнологии
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Экзамен

**Разработчики:**

М.О. Дурыманов, канд. биол. наук  
А.В. Мелерзанов, канд. мед. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
ПК-8 Способность применять методы планирования исследований и экспериментов при выполнении проектов и заданий в избранной предметной области	ПК-8.1 Знает теоретические основы планирования исследований и экспериментов в избранной предметной области
	ПК-8.2 Умеет применять теоретические знания к построению программ исследований и экспериментов при выполнении конкретных проектов и заданий
	ПК-8.3 Владеет методами планирования исследований и экспериментов в избранной предметной области

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Основы биологии рака и современные методы терапии» обучающийся должен:

### знать:

- фундаментальные понятия и аспекты, связанные с возникновением рака, его развитием, а также физиологическими и молекулярно-биологическими особенностями раковых опухолей;
- современные проблемы, связанные с лечением раковых опухолей;
- принципы и подходы, направленные на разработку и тестирование новых терапевтических подходов и лекарств.

### уметь:

- ориентироваться в молекулярных механизмах опухолеобразования;
- оперировать полученными знаниями и понятиями в будущей научно-исследовательской работе;
- адекватно оценивать потенциальные перспективы новых методов терапии рака;
- устанавливать причинно-следственные связи между биологическими аспектами развития рака и современными методами терапии и диагностики, которые всё сильнее совершенствуются.

### владеть:

- молекулярно-биологической и биомедицинской терминологией, связанной с аспектами биологии рака;
- навыками освоения большого объема информации и понимания биологических процессов, связанных с раком;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых знаний.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлого занятия.

## 4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Вопросы для дифференцированного зачета:

1. Какие типы опухолей по происхождению Вам известны? В чём различия между доброкачественными и злокачественными опухолями?
2. Клетка находится на G1-стадии клеточного цикла. Какие механизмы репарации двунитевых разрывов ДНК она может использовать на этой стадии цикла.
3. Какие механизмы реализуются клетками при репарации одностранных разрывов ДНК?
4. Какой механизм репарации ДНК реализуется без участия нуклеаз?
5. Какие механизмы ответственны за поддержания стабильности клеточного генома при прохождении клеточного цикла?
6. К какой категории относятся гены, ответственные за функционирование систем репарации ДНК: онкогенов или генов опухолевых супрессоров? Почему?
7. Может ли клетка переродиться в раковую, если она «потеряла» один из аллелей гена опухолевого супрессора и продолжает делиться дальше? Почему?

8. Через какие механизмы эпигенетические изменения могут влиять на пролиферативный потенциал клеток и их трансформацию в раковые?
9. При каких условиях онковирусы способны вызвать трансформацию клетки из нормальной в раковую? Какие механизмы при этом могут быть задействованы?
10. Активация каких рецепторов и сигнальных путей в основном ответственна за пролиферацию? За устойчивость к апоптозу? За миграцию и метастазирование?

Вопросы для экзамена:

1. Почему генетическая неоднородность является основным препятствием для терапии рака?
2. Почему в опухолях возникает гипоксия? К каким последствиям ведёт гипоксия в ткани опухоли?
3. Какие сигнальные пути ответственны за «переключение» на гликолитический метаболизм?
4. Почему архитектура опухолевых сосудов беспорядочна, а сами сосуды имеют многочисленные морфологические дефекты?
5. Почему кислородное голодание и появление некротического очага в опухоли являются негативными прогностическими факторами?
6. Почему несмотря на повышенную экспрессию коллагеназ, опухоли могут демонстрировать увеличенное содержание коллагена в строме? Как это сказывается на метастатическом потенциале раковых клеток?
7. Как раковые клетки способны «защищаться» от цитолитической активности естественных киллеров?
8. С помощью каких механизмов опухоль может избегать «иммунного надзора» со стороны адаптивного иммунитета?
9. Какие клетки помимо раковых присутствуют в опухоли? Как раковые клетки взаимодействуют со своим микроокружением?
10. Какие физиологические особенности опухолей препятствуют доставке лекарств?
11. В чём причины устойчивости опухолей к химиопрепаратам?
12. Для лечения каких типов рака применяется гормонотерапия? Каковы её принципы?
13. На основе каких критериев пациенту может быть назначена адоптивная Т-клеточная терапия?
14. Каковы преимущества генной терапии рака по сравнению с классическими методами терапии?
15. В чём основное преимущество нанопрепаратов по сравнению с классическими химиопрепаратами? Почему нанолечения до сих пор не получили широкого распространения для терапии рака несмотря на положительные доклинические результаты?
16. Какие свойства наноматериалов особенно важны, если они используются для доставки гидрофильных низкомолекулярных лекарств в цитозоль?
17. В чём преимущество «таргетинга» наночастиц для улучшения их терапевтических свойств? К каким обратным эффектам это может привести?
18. В чём преимущества 3D клеточных моделей по сравнению с клетками в монослое?

Примеры билетов:

1. В чём причины устойчивости опухолей к химиопрепаратам?
2. Почему несмотря на повышенную экспрессию коллагеназ, опухоли могут демонстрировать увеличенное содержание коллагена в строме? Как это сказывается на метастатическом потенциале раковых клеток?
3. Как раковые клетки способны «защищаться» от цитолитической активности естественных киллеров?
4. Через какие механизмы эпигенетические изменения могут влиять на пролиферативный потенциал клеток и их трансформацию в раковые?
5. Какие сигнальные пути ответственны за «переключение» на гликолитический метаболизм?

Критерии оценивания

- оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений

- оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, и правильное обоснование принятых решений
- оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он знает материал, и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет фрагментарно основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
- оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает формулировок основных понятий дисциплины.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

При проведении устного дифференцированного зачета и экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету не должен превышать одного астрономического часа.