

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ А.Л. Толстик

«15» _____ 2017 г.

Регистрационный № УД - 4223/уч.



Эпигенетика

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:
1-31 80 01 Биология**

2017 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 01-2012 и учебного плана УВО № G 31-235/уч. 2017 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Романовская Татьяна Владимировна, доцент кафедры генетики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Мелешко Александр Николаевич, заведующий лабораторией генетических биотехнологии Республиканского научно-практического центра детской онкологии, гематологии и иммунологии, кандидат биологических наук;

Губич Оксана Игоревна, доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой генетики Белорусского государственного университета (протокол № 18 от 17 мая 2017 г.);

Учебно-методической комиссией биологического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 31 мая 2017 г.)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 27 июня 2017 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Эпигенетика» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования II ступени по специальности 1-31 80 01 Биология. Учебная дисциплина «Эпигенетика» относится к государственному компоненту цикла дисциплин специальной подготовки учебного плана.

Эпигенетика является молодой и при этом одной из важнейших областей биологической науки, объясняющей широкий круг феноменов в мире живых организмов, их развития, изменчивости и наследственности. Понятие «эпигенетика» было введено в 40-е годы XX века британским ученым Конрадом Уоддингтоном. Этим термином он предложил обозначить область науки, которая бы объясняла, каким образом из взаимодействия генов и среды рождаются фенотипы живых организмов. Начиная с конца 60-х годов появились первые данные, объясняющие молекулярные механизмы, на которых основаны эпигенетические феномены. К таким феноменам, в частности, относится регуляция внутриклеточных процессов, индивидуальное развитие многоклеточного организма, фенотипическая пластичность, изменения, протекающие в организме в процессе старения, а также при развитии разнообразных заболеваний эндогенного происхождения, в частности, онкологических, сердечно-сосудистых, психических и нейродегенеративных заболеваний, гормональных нарушений и др. Таким образом, эпигенетика имеет не только фундаментальное значение, позволяя лучше понимать механизмы биологических процессов, но и содержит существенные прикладные аспекты, связанные, в первую очередь с проблемами медицины и улучшения качества жизни человека. Начиная с конца XX в. эпигенетика претерпевает ускоренное развитие в связи с появлением в естественнонаучной практике новых методов и накопления широкого массива экспериментальных данных.

Целью учебной дисциплины «Эпигенетика» является формирование у студентов представления о разнообразных эпигенетических феноменах, представленных в живой природе и о механизмах, которыми эти феномены обусловлены.

В задачи учебной дисциплины входит:

- сформировать представление о роли эпигенетических механизмов в развитии, физиологии и патофизиологии клеток и организмов;
- осветить эволюционную историю формирования эпигенетических механизмов эукариот, рассмотреть гипотезы об участии эпигенетической изменчивости и наследственности в эволюционных процессах.
- обучить теоретическим основам методов, применяемых для изучения эпигенетических механизмов и обусловленных ими феноменов.

Изучение учебной дисциплины «Эпигенетика» базируется на знаниях, полученных студентами по учебным дисциплинам «Цитология и гистология», «Основы биологии развития», «Физиология человека и

животных», «Физиология растений», «Экология и рациональное природопользование», «Генетика», «Теория эволюции» и др.

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

знать:

– основные методические подходы для изучения эпигенетических явлений и эпигенетических механизмов;

– механизмы эпигенетической наследственности и изменчивости;

– роль эпигенетических механизмов в регуляции внутриклеточных процессов;

– роль эпигенетических механизмов в процессах индивидуального развития и старения;

– роль эпигенетических механизмов в реализации фенотипической пластичности;

– роль эпигенетических механизмов в развитии патологических процессов и состояний;

– эволюционное объяснение и эволюционное значение эпигенетических феноменов;

уметь:

– выдвигать обоснованные гипотезы для объяснения наблюдаемых биологических явлений и выбирать адекватные методы для проверки этих гипотез;

– применять знания об эпигенетических механизмах и явлениях для планирования и осуществления исследований, направленных на решение разнообразных практических задач в сфере медицины и сельского хозяйства;

владеть:

– терминологией, используемой в изучаемой дисциплине;

– основными теоретическими концепциями эпигенетики как раздела биологической науки.

Изучение учебной дисциплины «Эпигенетика» должно обеспечить формирование у магистранта следующих компетенций:

АК-2. Применять методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-производственной, производственной, научно-педагогической, управленческой и инновационной деятельности.

АК-3. Использовать междисциплинарный подход при решении проблем, совершенствовать навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-4. Самостоятельно изучать новые методы исследований, приобретать новые знания и умения, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, повышать свою квалификацию в течение всей жизни, обеспечивать личностное и профессиональное саморазвитие.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования (осуществлять постановку научной проблемы, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, проводить анализ

результатов экспериментальных исследований, оценивать их достоверность и осуществлять статистическую обработку, формулировать из полученных результатов корректные выводы).

ПК-2. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научных, научно-технических и других информационных источниках, составлять аналитические обзоры;

ПК-3. Организовывать работу по подготовке научных статей, сообщений, рефератов и заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

В соответствии с учебным планом изучение учебной дисциплины осуществляется в 1 семестре. Программа рассчитана на 120 часов, в том числе 34 аудиторных (лекционных) часа. Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ЭПИГЕНЕТИКА КАК НАУКА

История формирования эпигенетики как особой области в системе биологических наук. Разнообразие эпигенетических механизмов. Группа феноменов, объясняемых работой данных механизмов. Место эпигенетики в системе биологических наук, ее фундаментальное и практическое значение.

2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ОСНОВА ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ

Пространственная организация хроматина эукариотических клеток, механизмы ее поддержания. Метилирование ДНК. Особенности процесса метилирования ДНК у разных групп организмов. Методы изучения. Белковые факторы, осуществляющие метилирование и деметилирование ДНК. Симметричное метилирование ДНК в процессе репликации. Эволюционное происхождение системы метилирования ДНК. Влияние метилирования и деметилирование на ремоделирование хроматина (переключение между гетерохроматиновым и эухроматиновым состоянием). Варианты гистонов. Их разнообразие и происхождение. Распределение вариантов гистонов в различных генетических локусах. Ремоделирование хроматина.

Посттрансляционная модификация гистонов (метилирование, ацетилирование, фосфорилирование, убиквитинилирование, сумоилирование, аденозинрибозилирование). Методы изучения вариантов гистонов и посттрансляционных модификаций гистонов в составе хроматина. Влияние посттрансляционных модификаций гистонов на ремоделирование хроматина.

Роль и разнообразие некодирующих РНК в эпигенетической регуляции. Взаимосвязь различных эпигенетических механизмов.

3. РОЛЬ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ В РЕГУЛЯЦИИ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Эпигенетическая регуляция процессов транскрипции и процессинга РНК; репликации, репарации и рекомбинации ДНК. Контроль транспозиции мобильных элементов. Роль эпигенетической модификации хроматина в процессах мутагенеза.

Компенсация дозы генов половых хромосом. Явление геномного импринтинга. Патологии, связанные с его нарушением. Аллельное исключение.

Дифференцировка клеток. Клеточная память и «принятие решения» на уровне клетки (бимодальность клеточных состояний). Практические подходы для искусственного управления эпигенетическими процессами и стимуляции дифференцировки или дедифференцировки клеток (получение индуцированных плюрипотентных клеток и др.).

4. РОЛЬ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ В НОРМАЛЬНОМ РАЗВИТИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИИ МНОГОКЛЕТОЧНОГО ОРГАНИЗМА

Эпигенетические аспекты контроля онтогенеза. Видоспецифическая, тканеспецифическая, возрастспецифическая маркировка хроматина. Явление геномного импринтинга. Понятие эпигенетического ландшафта. Эпигенетическая основа фенотипической пластичности живых организмов. Критические стадии онтогенеза. Роль эпигенетических механизмов в функционировании мозга и формировании долговременной памяти. Эпигенетические аспекты старения.

5. РОЛЬ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ В РАЗВИТИИ ЭНДОГЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Роль эпигенетических механизмов в развитии гормональных нарушений и заболеваний сердечно-сосудистой системы. Роль эпигенетических механизмов в развитии заболеваний иммунной и нервной системы. Роль эпигенетических механизмов в малигнизации клеток и развитии онкологических заболеваний. Практическая возможность корректировки эпигенетических нарушений при различных заболеваниях.

6. ТРАНСГЕНЕРАЦИОННАЯ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ

Феномен трансгенерационного эпигенетического наследования. Механизмы его реализации. Распространенность в различных группах живых организмов. Примеры трансгенерационного эпигенетического наследования признаков у одноклеточных организмов, животных, растений, грибов.

7. РОЛЬ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ В ЭВОЛЮЦИИ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Участие эпигенетических явлений в эволюционных процессах, обусловленное влиянием эпигенетических механизмов на частоту и распределение событий мутагенеза, реализацией фенотипической пластичности и трансгенерационной эпигенетической наследственности.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы | Количество аудиторных часов | | | | | Количество часов УСР | Форма контроля знаний |
|---------------------|--|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------|-------------------------|-----------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Иное | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | ЭПИГЕНЕТИКА КАК НАУКА | 2 | | | | | | |
| 2 | МОЛЕКУЛЯРНАЯ ОСНОВА ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ | | | | | | | |
| 2.1 | Метилирование ДНК | 2 | | | | | | |
| 2.2 | Посттрансляционная модификация гистонов | 2 | | | | | | |
| 2.3 | Варианты гистонов | 2 | | | | | | |
| 2.4 | Роль и разнообразие некодирующих РНК в эпигенетической регуляции | 2 | | | | | | |
| 3 | РОЛЬ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ В РЕГУЛЯЦИИ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ | | | | | | | |
| 3.1 | Эпигенетическая регуляция процессов транскрипции и процессинга РНК, репликации, репарации и рекомбинации ДНК | 2 | | | | | | |
| 3.2 | Явление геномного импринтинга. Компенсация дозы генов половых хромосом. Аллельное исключение. | 2 | | | | | | |
| 3.3 | Эпигенетическая регуляция клеточного цикла и дифференцировки клеток | 2 | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----------|---|---|--|--|--|--|--|--|
| 4 | РОЛЬ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ В НОРМАЛЬНОМ РАЗВИТИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИИ МНОГОКЛЕТОЧНОГО ОРГАНИЗМА | | | | | | | |
| 4.1 | Эпигенетические аспекты контроля онтогенеза | 2 | | | | | | |
| 4.2 | Эпигенетическая основа фенотипической пластичности живых организмов | 2 | | | | | | |
| 4.3 | Роль эпигенетических механизмов в функционировании мозга и формировании долговременной памяти | 2 | | | | | | |
| 4.4 | Эпигенетические аспекты старения | 2 | | | | | | |
| 5 | РОЛЬ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ В РАЗВИТИИ ЭНДОГЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ | | | | | | | |
| 5.1 | Роль эпигенетических механизмов в развитии гормональных нарушений и заболеваний сердечно-сосудистой системы | 2 | | | | | | |
| 5.2 | Роль эпигенетических механизмов в развитии заболеваний иммунной и нервной системы | 2 | | | | | | |
| 5.3 | Роль эпигенетических механизмов в малигнизации клеток и развитии онкологических заболеваний | 2 | | | | | | |
| 6 | ТРАНСГЕНЕРАЦИОННАЯ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ | 2 | | | | | | |
| 7 | РОЛЬ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ В ЭВОЛЮЦИИ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ | 2 | | | | | | |

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

О с н о в н а я:

1. Закиян С.М. и др. Эпигенетика / Отв. ред. С. М. Закиян; В. В. Власов, Е. В. Дементьева. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012, 592 с.
2. Кэри Н. Эпигенетика. Как современная биология переписывает наши представления о генетике, заболеваниях и наследственности: пер с англ. / Н. Кэри. Ростов н/Д: Феникс, 2012, 349 с.
3. Эллис С.Д. и др. Эпигенетика: пер с англ. / Отв ред. С.Д. Эллис, Т. Дженювейн, Д. Рейнберг. М.: Техносфера, 2010, 496 с.
4. Adam, R.C., Yang, H., Rockowitz, S., Larsen, S.B., Nikolova, M., Oristian, D.S., Polak, L., Kadaja, M., Asare, A., Zheng, D., et al. (2015). Pioneer factors govern super-enhancer dynamics in stem cell plasticity and lineage choice. *Nature* 521, 366–370.
5. Apostolou, E., and Hochedlinger, K. (2013). Chromatin Dynamics during Cellular Reprogramming. *Nature* 502, 462–471.
6. Bachman, M., Uribe-Lewis, S., Yang, X., Williams, M., Murrell, A., and Balasubramanian, S. (2014). 5-Hydroxymethylcytosine is a predominantly stable DNA modification. *Nat Chem* 6, 1049–1055.
7. Chess, A. (2013). Random and Non-Random Monoallelic Expression. *Neuropsychopharmacology* 38, 55–61.
8. Cortessis, V.K., Thomas, D.C., Levine, A.J., Breton, C.V., Mack, T.M., Siegmund, K.D., Haile, R.W., and Laird, P.W. (2012). Environmental epigenetics: prospects for studying epigenetic mediation of exposure–response relationships. *Hum Genet* 131, 1565–1589.
9. Dauncey, M.J. (2013). Genomic and Epigenomic Insights into Nutrition and Brain Disorders. *Nutrients* 5, 887–914.
10. Degl'Innocenti, A., Parrilla, M., Harr, B., and Teschke, M. (2016). The Mouse Solitary Odorant Receptor Gene Promoters as Models for the Study of Odorant Receptor Gene Choice. *PLoS One* 11, doi: 10.1371/journal.pone.0144698.
11. Dekker, J. (2014). Two ways to fold the genome during the cell cycle: insights obtained with chromosome conformation capture. *Epigenetics & Chromatin* 7, 25.
12. Ezziane, Z. (2012). Analysis of the Hox epigenetic code. *World J Clin Oncol* 3, 48–56.
13. Felling, R.J., and Song, H. (2015). Epigenetic mechanisms of neuroplasticity and the implications for stroke recovery. *Exp Neurol* 268, 37–45.
14. Fernández, A.F., Bayón, G.F., Urdinguio, R.G., Torano, E.G., García, M.G., Carella, A., Petrus-Reurer, S., Ferrero, C., Martinez-Camblor, P., Cubillo, I., et al. (2015). H3K4me1 marks DNA regions hypomethylated during aging in human stem and differentiated cells. *Genome Res* 25, 27–40.
15. Hassler, M.R., and Egger, G. (2012). Epigenomics of cancer – emerging new concepts. *Biochimie* 94, 2219–2230.
16. He, Y., and Ecker, J.R. (2015). Non-CG Methylation in the Human Genome. *Annu Rev Genomics Hum Genet* 16, 55–77.
17. Hnisz, D., Abraham, B.J., Lee, T.I., Lau, A., Saint-André, V., Sigova, A.A., Hoke, H., and Young, R.A. (2013). Transcriptional super-enhancers connected to cell identity and disease. *Cell* 155.
18. Ing-Simmons, E., Seitan, V.C., Faure, A.J., Flicek, P., Carroll, T., Dekker, J., Fisher, A.G., Lenhard, B., and Merkenschlager, M. (2015). Spatial enhancer clustering and regulation of enhancer-proximal genes by cohesin. *Genome Res* 25, 504–513.

Д о п о л н и т е л ь н а я:

1. Шаталкин А.И. «Философия зоологии» Жана Батиста Ламарка: взгляд из XXI века / А.И. Шаталкин. М.: товарищество научных изданий КМК, 2009, 606 с.
2. Шпорк П. Читая между строк ДНК: пер с англ. / П. Шпорк. М.: Ломоносов, 2012, 272 с.
3. Issa, J.-P. (2014). Aging and epigenetic drift: a vicious cycle. *J Clin Invest* 124, 24–29.
4. Jablonka, E. (2013). Epigenetic inheritance and plasticity: The responsive germline. *Prog. Biophys. Mol. Biol.* 111, 99–107.
5. Jarome, T.J., and Lubin, F.D. (2014). Epigenetic Mechanisms of Memory Formation and Reconsolidation. *Neurobiol Learn Mem* 0, 116–127.
6. Jin, B., Li, Y., and Robertson, K.D. (2011). DNA Methylation. *Genes Cancer* 2, 607–617.
7. Liyanage, V.R.B., Zachariah, R.M., Davie, J.R., and Rastegar, M. (2015). Ethanol deregulates Mecp2/MeCP2 in differentiating neural stem cells via interplay between 5-methylcytosine and 5-hydroxymethylcytosine at the Mecp2 regulatory elements. *Exp. Neurol.* 265, 102–117.
8. Luger, K., Dechassa, M.L., and Tremethick, D.J. (2012). New insights into nucleosome and chromatin structure: an ordered state or a disordered affair? *Nat Rev Mol Cell Biol* 13, 436–447.
9. Morey, C., and Avner, P. (2011). The Demoiselle of X-Inactivation: 50 Years Old and As Trendy and Mesmerising As Ever. *PLOS Genetics* 7, e1002212.
10. Morris, K.V. (2015). The theory of RNA-mediated gene evolution. *Epigenetics* 10, 1–5.
11. Noble, D., Jablonka, E., Joyner, M.J., Müller, G.B., and Omholt, S.W. (2014). Evolution evolves: physiology returns to centre stage. *J. Physiol. (Lond.)* 592, 2237–2244.
12. Peserico, A., and Simone, C. (2011). Physical and Functional HAT/HDAC Interplay Regulates Protein Acetylation Balance. *J Biomed Biotechnol* 2011.
13. Polak, P., Karlić, R., Koren, A., Thurman, R., Sandstrom, R., Lawrence, M., Reynolds, A., Rynes, E., Vlahoviček, K., Stamatoyannopoulos, J.A., et al. (2015). Cell-of-origin chromatin organization shapes the mutational landscape of cancer. *Nature* 518, 360–364.
14. Proudhon, C., Snetkova, V., Raviram, R., Lobry, C., Badri, S., Jiang, T., Hao, B., Trimarchi, T., Kluger, Y., Aifantis, I., et al. (2016). Active and inactive enhancers co-operate to exert localized and long-range control of gene regulation. *Cell Rep* 15, 2159–2169.
15. Rando, O.J. (2012). Combinatorial complexity in chromatin structure and function: revisiting the histone code. *Curr Opin Genet Dev* 22, 148–155.
16. Rayman, J.B., and Kandel, E.R. (2017). Functional Prions in the Brain. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 9.
17. Research, T.W. and E.H.I. of M. (2014). X Inactivation and Epigenetics.
18. Rodrigues, J.A., and Zilberman, D. (2015). Evolution and function of genomic imprinting in plants. *Genes Dev* 29, 2517–2531.
19. Sela, M., Kloog, Y., and Rechavi, O. (2014). Non-coding RNAs as the bridge between epigenetic mechanisms, lineages and domains of life. *J Physiol* 592, 2369–2373.
20. Sharma, V., Khurana, S., Kubben, N., Abdelmohsen, K., Oberdoerffer, P., Gorospe, M., and Misteli, T. (2015). A BRCA1-interacting lncRNA regulates homologous recombination. *EMBO Rep* 16, 1520–1534.
21. Supek, F., and Lehner, B. (2015). Differential DNA mismatch repair underlies mutation rate variation across the human genome. *Nature* 521, 81–84.
22. Wang, Y., Liu, H., and Sun, Z. (2017). Lamarck rises from his grave: parental environment-induced epigenetic inheritance in model organisms and humans. *Biol Rev Camb Philos Soc.*
23. Waterland, R.A., and Jirtle, R.L. (2003). Transposable Elements: Targets for Early Nutritional Effects on Epigenetic Gene Regulation. *Mol Cell Biol* 23, 5293–5300.
24. Willbanks, A., Leary, M., Greenshields, M., Tyminski, C., Heerboth, S., Lapinska, K., Haskins, K., and Sarkar, S. (2016). The Evolution of Epigenetics: From Prokaryotes to Humans and Its Biological Consequences. *Genet Epigenet* 8, 25–36.

25. Wongtrakongate, P. (2015). Epigenetic therapy of cancer stem and progenitor cells by targeting DNA methylation machineries. World J Stem Cells 7, 137–148.
26. Yáñez-Mó, M., Siljander, P.R.-M., Andreu, Z., Zavec, A.B., Borràs, F.E., Buzas, E.I., Buzas, K., Casal, E., Cappello, F., Carvalho, J., et al. (2015). Biological properties of extracellular vesicles and their physiological functions. J Extracell Vesicle

РЕСУРСЫ ИНТЕРНЕТ

1. Проблемы эволюции <http://evolbiol.ru/>
2. Элементы науки <http://elementy.ru/>
3. Бимолекула <http://biomolecula.ru/>
4. What is epigenetics <http://www.whatisepigenetics.com/>
5. EpiGenie <http://epigenie.com/>

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа учебной дисциплины, учебно-методический комплекс, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

В качестве формы итогового контроля по дисциплине используется экзамен. Оценка учебных достижений студента на экзамене производится по десятибалльной шкале.

Для оценки профессиональных компетенций студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- защита подготовленного студентом реферата.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в соответствии со следующими нормативными документами:

- 1) ПРАВИЛА проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования, утвержденные Постановлением Министерства образования Республики Беларусь 29.05.2012 № 53;

2) ПОЛОЖЕНИЕ о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в Белорусском государственном университете, утвержденное Приказом ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД;

3) Критерии оценки и компетенций студентов по 10-ти балльной шкале, утвержденные Приказом Министерства образования Республики Беларусь от 22.12.2003 №21-04-1/105.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹ |
|--|--|---|--|
| 1. Цитология и гистология 2. Генетика 3. Теория эволюции | Генетики | Отсутствуют Зав. кафедрой Н.П. Максимова | Утвердить согласование протокол № 18 от 17 мая 2017 г. |
| 4. Основы биологии развития 5. Физиология человека и животных | Физиологии человека и животных | Отсутствуют Зав. кафедрой А.Г. Чумак | Утвердить согласование протокол № 18 от 17 мая 2017 г. |
| 6. Физиология растений | Клеточной биологии и биоинженерии растений | Отсутствуют Зав. кафедрой В.В. Демидчик | Утвердить согласование протокол № 18 от 17 мая 2017 г. |
| 7. Экология и рациональное природопользование | Общей экологии и МПБ | Отсутствуют Зав. кафедрой В.В. Гричик | Утвердить согласование протокол № 18 от 17 мая 2017 г. |

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____/____ учебный год

| №№ ПП | Дополнения и изменения | Основание |
|----------|------------------------|-----------|
| | | |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (название кафедры) (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)