

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет биоинженерии и биоинформатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан
факультета биоинженерии
и биоинформатики,
академик

_____/В.П. Скулачев /

« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Геронтология

Уровень высшего образования:

специалитет

Направление подготовки (специальность):

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Ученым советом факультета

(протокол № _____, _____)

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика» (программы специалитета) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2016, 2017, 2018, 2019.

© Факультет биоинженерии и биоинформатики МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Цель курса ознакомить учащихся с основными современными представлениями о процессе старения живых организмов, о теориях старения, о физиологии и молекулярных механизмах этого процесса.

Задачи курса:

- дать представление о способах изучения процесса старения; о связи старения с основными демографическими параметрами и о его роли в социальной, экономической, медицинской сферах;
- дать навыки критической оценки научных работ в области изучения старения, ознакомить с основными направлениями геронтологии и исследований по предотвращению процесса старения.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО: вариативная часть, профессиональный цикл, курс по выбору, курс IV – семестр 7.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть): освоение дисциплин «Зоология беспозвоночных», «Зоология позвоночных», «Ботаника низших растений», «Ботаника высших растений», «Физиология человека и животных», «Органическая химия», «Основы молекулярной биологии», «Биохимия»

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

В результате обучения по дисциплине студент должен:

Знать: основные современные представления о процессе старения живых организмов, о теориях старения, о физиологии и молекулярных механизмах этого процесса; способы изучения процесса старения; связь феномена старения с основными демографическими параметрами; роль этого феномена в социальной, экономической, медицинской сферах; основные направления исследований в области изучения механизмов старения и методов вмешательства в них с целью продления периода активного долголетия человека, замедления и предотвращения проявлений старения.

Уметь: критически оценивать результаты научных исследований в области биологии старения и геронтологии; грамотно планировать эксперименты по изучению старения и связанных с ним явлений, выбирая методы, адекватные поставленным вопросам; самостоятельно искать, анализировать и компилировать научную литературу по исследованиям старения.

Владеть: навыками использования геронтологических баз данных, научной литературы по геронтологии, а также навыками использования фундаментальных научных знания в сфере исследований биологии старения и разработки новых методов продления периода активного долголетия человека, замедления и предотвращения проявлений старения.

Иметь опыт анализа таблиц смертности, вычисления по ним ожидаемой продолжительности жизни и скорости старения; поиска и критического анализа научных статей в области биомедицинских исследований старения; самостоятельной интерпретации экспериментальных результатов в этой области.

4. Формат обучения – лекционные занятия.

5. Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе 28 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 44 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

самостоятельную работу обучающихся.

6. Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Тема 1. Старение: определение термина.

Содержание темы: Феномен старения в живой природе.

Значимость феномена старения: социальный, медицинский, политический, экономический аспекты.

Задания для самостоятельной работы: Старение: определение термина

Тема 2. Старение как генетически контролируемый процесс.

Содержание темы: Популяционная генетика старения. Преждевременное старение, вызванное генетическими болезнями.

Наследование долголетия у людей. Предполагаемые гены долголетия.

Задания для самостоятельной работы: Старение как генетически контролируемый процесс
Тема 3. Физиологические аспекты старения.

Содержание темы: Возрастные изменения иммунной, сердечно-сосудистой, опорно-двигательной, нервной и репродуктивной систем. Влияние стресса на продолжительность жизни. Биомаркеры старения. Методы количественной оценки скорости старения.

Задания для самостоятельной работы: Физиологические аспекты старения

Тема 4. Современные теории старения.

Содержание темы: Теория «темпа жизни». Теория «блага для вида». Теория запрограммированного старения; «большие биологические часы» и гипотеза феноптоза. Эволюционная теория старения.

Задания для самостоятельной работы: Современные теории старения.

Тема 5. Молекулярные механизмы старения.

Содержание темы: Метилирование ДНК, гликозилирование белков, накопление мутаций. Связанные с возрастом изменения структуры и экспрессии генов. Роль активных форм кислорода в повреждении биомолекул; свободнорадикальная теория Хармана.

Задания для самостоятельной работы: Молекулярные механизмы старения.

Тема 6. Клеточное строение.

Содержание темы: Теория клеточного (репликативного) старения Хейфлика. Предел Хэйфлика. Теломерная теория Оловникова. Теломеры и теломеразы: основные свойства, роль в старении клеток. Нестареющие клетки. Апоптоз и продолжительность жизни; взаимосвязь апоптоза и клеточного старения.

Задания для самостоятельной работы: Клеточное старение

Тема 7. Изучение механизма старения.

Содержание темы: Изучение механизма старения на мутантных и трансгенных животных. Мутации, ускоряющие старение у мышей. Мутационные и трансгенные модели иммуностарения и возрастных нейродегенеративных заболеваний.

Задания для самостоятельной работы: Изучение механизма старения

Тема 8. Взаимосвязь рака и старения.

Содержание темы: Увеличение частоты спонтанных опухолей и изменение чувствительности к канцерогенам с возрастом. Роль теломер и теломеразы при возникновении опухолей. Возможные взаимосвязи между окислительным стрессом, старением и канцерогенезом.

Задания для самостоятельной работы: Взаимосвязь рака и старения

Тема 9. Репродуктивное старение.

Содержание темы: Феномен менопаузы и его значение. Роль половых гормонов в процессе старения и канцерогенеза.

Задания для самостоятельной работы: Репродуктивное старение

Тема 10. Методы замедления старения.

Содержание темы: Фармакологические средства, увеличивающие продолжительность жизни.

Задания для самостоятельной работы: Методы замедления старения

Тема 11. Методы замедления старения.

Содержание темы: Пептидные регуляторы функции эпифиза: геропротекторный эффект, влияние на экспрессию генов, применение для предупреждения преждевременного старения у человека. Иммуномодуляторы.

Побочные эффекты геропротекторов: риск развития опухолей.

Задания для самостоятельной работы: Методы замедления старения

Тема 12. Методы замедления старения.

Содержание темы: Ограничение калорийности питания. Влияние ограничения калорийности питания на продолжительность жизни, на развитие возрастной патологии, на экспрессию генов, на

уровень окислительного стресса, на систему глюкоза-инсулин-гормон роста-IGF-1, на репродуктивную систему.

Эволюционный аспект эффекта ограничения калорийности питания.

Задания для самостоятельной работы: Методы замедления старения

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Старение: определение термина. Феномен старения в живой природе. Значимость феномена старения: социальный, медицинский, политический, экономический аспекты.	4	2	0	2	2
Старение как генетически контролируемый процесс. Популяционная генетика старения. Преждевременное старение, вызванное генетическими болезнями. Наследование долголетия у людей. Предполагаемые гены долголетия.	6	2	0	2	4
Физиологические аспекты старения. Возрастные изменения иммунной, сердечно-сосудистой, опорно-двигательной, нервной и репродуктивной систем. Влияние стресса на продолжительность жизни. Биомаркеры старения.	8	4	0	4	4

Методы количественной оценки скорости старения.					
Современные теории старения. Теория «темпа жизни». Теория «блага для вида». Теория запрограммированного старения; «большие биологические часы» и гипотеза фенотоза. Эволюционная теория старения.	6	2	0	2	4
Молекулярные механизмы старения. Метилирование ДНК, гликозилирование белков, накопление мутаций. Связанные с возрастом изменения структуры и экспрессии генов. Роль активных форм кислорода в повреждении биомолекул; свободнорадикальная теория Хармана.	6	2	0	2	4
Клеточное старение. Теория клеточного (репликативного) старения Хейфлика. Предел Хэйфлика. Теломерная теория Оловникова. Теломеры и теломеразы: основные свойства, роль в старении клеток. Нестареющие клетки. Апоптоз и продолжительность жизни; взаимосвязь апоптоза и клеточного старения.	7	3	0	3	4
Изучение механизма старения на мутантных и трансгенных животных. Мутации, ускоряющие старение у мышей. Мутационные и трансгенные модели иммуностарения и возрастных нейродегенеративных заболеваний	7	3	0	3	4
Взаимосвязь рака и старения. Увеличение частоты спонтанных опухолей и изменение чувствительности к канцерогенам с возрастом. Роль теломер и теломеразы при возникновении опухолей. Возможные взаимосвязи между	7	3	0	3	4

окислительным стрессом, старением и канцерогенезом.					
Репродуктивное старение. Феномен менопаузы и его значение. Роль половых гормонов в процессе старения и канцерогенеза.	6	2	0	2	4
Методы замедления старения. Пептидные регуляторы функции эпифиза: геропротекторный эффект, влияние на экспрессию генов, применение для предупреждения преждевременного старения у человека. Иммуномодуляторы. Побочные эффекты геропротекторов.	6	2	0	2	4
Методы замедления старения. Ограничение калорийности питания. Влияние ограничения калорийности питания на продолжительность жизни, на развитие возрастной патологии, на экспрессию генов, на уровень окислительного стресса, на систему глюкоза-инсулин-гормон роста-IGF-1, на репродуктивную систему. Эволюционный аспект эффекта ограничения калорийности питания.	7	3	0	3	4
Промежуточная аттестация - зачет					2
Итого	72	28		44	

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

- Примерный список заданий для проведения текущей и промежуточной аттестации:
- Дайте определение феномену старения.
- Приведите примеры стареющих и нестареющих систем.
- Приведите примеры нестареющих организмов.
- Задачи на таблицы смертности: по данным провести расчет ожидаемой продолжительности жизни и времени удвоения вероятности смерти с возрастом.
- Назовите не менее 5ти болезней старческого возраста.
- Изучение генетики старения на *Caenorhabditis elegans*: перечислите основные результаты.

- Свободнорадикальная теория старения: опишите суть, приведите аргументы за и против.
- Опишите роль митохондрий в процессе старения.
- Перечислите основные источники свободных радикалов в клетке.

Примерный список вопросов для проведения текущей и промежуточной аттестации

- Что такое старение?
- Что такое плато смертности? Как можно объяснить этот феномен?
- Что такое скорость старения, как ее можно измерить?
- Что такое возрастной коэффициент смертности? Как он вычисляется?
- Что такое ожидаемая продолжительность жизни?
- Последние 60 лет ожидаемая продолжительность жизни людей непрерывно растет в развитых странах. Означает ли это, что изменилась скорость старения?
- Можно ли сравнивать скорость старения организмов исходя из величины максимальной продолжительности жизни? Почему?
- Что такое закон смертности Гомпертца-Мейкхэма? Формула, биологический смысл параметров.
- Сколько в России граждан старше 60ти лет (хотя бы примерно)?
- Является ли старение генетически обусловленным процессом? Почему?
- Является ли старение живых организмов универсальным процессом (как синтез белка, например)?
- Показано, что повреждение некоторых генов (например, *age\daf*) *Caenorhabditis elegans* заметно продлевает жизнь этих животных, не оказывая заметного негативного действия на подвижность и репродуктивную функцию. Как можно объяснить, что эти гены не исчезли в ходе эволюции?
- Какова роль наследственных факторов (генов) в процессе старения человека?
- Что такое прогерия? Виды, частота встречаемости.
- Универсальны ли генетические механизмы старения? Обоснуйте ответ.
- Является ли старение болезнью? Почему?
- Какие изменения наблюдаются в нервной системе человека в процессе старения?
- Какие изменения наблюдаются в опорно-двигательной человека в процессе старения?
- Какие изменения наблюдаются в сердечно-сосудистой системе человека в процессе старения?
- Какие изменения наблюдаются в репродуктивной системе человека в процессе старения?
- Какие изменения наблюдаются в иммунной системе человека в процессе старения?
- С какого возраста начинается старение человека? Обоснуйте ответ.
- Теории старения: в чем отличие механистических теорий от каузальных? Перечислите каузальные теории старения.
- Теории старения: теория «темпа жизни». Суть, аргументация за и против. Верна ли, на ваш взгляд, эта теория?
- Теории старения: теория накопления повреждений. Суть, аргументация за и против. Верна ли, на ваш взгляд, эта теория?
- Теории старения: теория программируемого старения. Суть, аргументация за и против. Верна ли, на ваш взгляд, эта теория?
- Теории старения: теория накопления мутаций. Суть, аргументация за и против. Верна ли, на ваш взгляд, эта теория?
- Теории старения: теория антагонистической плейотропии. Суть, аргументация за и против. Верна ли, на ваш взгляд, эта теория?
- Старение, очевидно, вредный для индивидуума признак. Как сторонники теории программируемого старения объясняют закрепление этого признака в ходе естественного отбора?

- Как связаны метилирование ДНК и старение?
- Как связаны повреждение ДНК и старение?
- Каковы основные причины повреждения ДНК?
- Что такое перекисное окисление липидов? Чем оно опасно для клетки?
- Какие механизмы используются клеткой для защиты от свободных радикалов?
- Что такое AGE-продукты? Происхождение, роль в процессе старения.
- Стареют ли бактерии? Если да, то приведите пример.
- Почему асимметрия деления является необходимым условием наличия феномена старения у одноклеточных организмов?
- Что такое клональное старение?
- Старение дрожжей: что такое репродуктивное и хронологическое старение?
- Хронологическое старение дрожжей: что это такое и в чем заключается его основная причина?
- Репродуктивное старение дрожжей: что это такое и в чем заключается его основные причины?
- Что такое предел Хейфлика? Чем он обусловлен? Какова его роль *in vivo*?

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

- 1) Какие эксперименты Майнарда Смита продемонстрировали связь между интенсивностью размножения и старением?
- 2) Каким образом объясняет феномен старения теория «disposable soma»?
- 3) Какие активные формы кислорода Вам известны? Укажите их относительную химическую активность и способность распространяться в клетке и в тканях.
- 4) Какая (примерно) доля варибельности такого признака, как продолжительность жизни, обусловлена у людей генетически?
- 5) Дано: устойчивая популяция нестареющих организмов, репродуктивный потенциал у которых с рождения максимален и не снижается с возрастом. Появится ли, согласно теории накопления мутаций, феномен старения в ходе эволюции данной популяции? Кратко объясните ответ.
- 6) Две популяции из вопроса 5) различаются в 10 раз по смертности (и, соответственно, по плодовитости, т.к. популяции устойчивы). Повлияет ли такое различие на эволюцию старения? Если да, то как?
- 7) Сформулируйте закон смертности Гомперца-Мейкхэма. Нарисуйте кривую смертности для человека от 0 до 100+ лет. Какая часть кривой описывается законом Г-М?
- 8) Что такое MRDT? Как этот параметр связан с коэффициентами в формуле Гомперца-Мейкхэма?
- 9) Что такое прогерия и чем она может быть вызвана? Является ли существование прогерий аргументом в пользу того, что старение генетически запрограммировано?
- 10) В 1980 г в группе Майкла Роуза была получена популяция плодовых мушек с увеличенной продолжительностью жизни (Rose&Charlesworth, Nature, 1980, v.271). Каким образом были получены «мушки-долгожители»?
- 11) Что такое «гены старения» (геронтогены)? Приведите примеры (*C. elegans*, *D. melanogaster*, ...)
- 12) Почему «гены старения», экспрессия которых очевидным образом снижает приспособленность индивидуума, не были отсеяны в ходе эволюции естественным отбором?
- 13) Существуют ли у млекопитающих гены, повреждение которых приводит к увеличению продолжительности жизни? Если да, то приведите пример.
- 14) Перечислите известные Вам причины возникновения мутаций. В какой ДНК чаще возникают мутации: в геномной или в митохондриальной?

15) Дано: популяция нестареющих организмов, смертность у которых составляет 10% в год, а успешность размножения составляет 1% в первый год жизни особи, и удваивается с каждым следующим прожитым годом. Как пойдет эволюция старения в такой популяции?

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
<p>Знание</p> <ul style="list-style-type: none"> - основных современных представлений о процессе старения живых организмов, о теориях старения, о физиологии и молекулярных механизмах этого процесса; - способов изучения процесса старения; связей феномена старения с основными демографическими параметрами; - роли этого феномена в социальной, экономической, медицинской сферах; - основных направлений исследований в области изучения механизмов старения и методов вмешательства в них с целью продления периода активного долголетия человека, замедления и предотвращения проявлений старения. 	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<p>Умение критически оценивать результаты научных исследований в области биологии</p>	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение	Успешное и систематическое умение

старения и геронтологии; грамотно планировать эксперименты по изучению старения и связанных с ним явлений, выбирая методы, адекватные поставленным вопросам; самостоятельно искать, анализировать и компилировать научную литературу по исследованиям старения.			(допускает неточности непринципиального характера)	
Владение навыками использования геронтологических баз данных, научной литературы по геронтологии, а также навыками использования фундаментальных научных знания в сфере исследований биологии старения и разработки новых методов продления периода активного долголетия человека, замедления и предотвращения проявлений старения.	Навыки владения отсутствуют	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной литературы
В.Н.Анисимов. Молекулярные и физиологические механизмы старения. - СПб: Наука, 2008
- Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости)
Microsoft Powerpoint или иное программное обеспечение, позволяющее демонстрацию презентаций
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
 1. Образовательный портал по теме геронтологии <http://senescence.info/>

2. Электронная библиотека МГУ <http://www.nbmgu.ru/publicdb/>
 3. Google Академия <https://scholar.google.com/>
 4. База данных научных статей PubMed <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
 5. База данных научных статей Web of Knowledge <http://apps.webofknowledge.com/>
- Описание материально-технического обеспечения. Лекционная аудитория, оборудованная проектором, персональный компьютер, указка, экран.