

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА БИОФИЗИКИ**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

«28» июня 2019



**Рабочая программа учебной дисциплины
«БИОФИЗИКА ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ»
(спецкурс №6)**

Направление подготовки:	06.04.01 Биология
Магистерская программа:	биофизика
Программа подготовки	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	очная, заочная

Донецк 2019

УТВЕРЖДАЮ:

Декан биологического факультета

О.С. Горецкий

«26» июня 2019 г.

Программа учебной дисциплины «Биофизика высоких давлений» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 сентября 2015 г. № 1052.


Программа дисциплины составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от "28" сентября 2016 г. № 1002, зарегистрированного в Министерстве юстиции ДНР от 20 октября 2016 г. № 1652, «Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования», утвержденный приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики «10» ноября 2017 года № 1171, учебных планов по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденных Ученым Советом Университета от 02.04.2019 г., протокол № 3 и основной образовательной программы, утвержденной приказом ректора (№ 102/05 от 31.05 2019 г.).

Разработчик:

к.ф.-м.н., доцент кафедры биофизики

ст. преподаватель кафедры биофизики

 А.А. Гусев

 Ю.А. Легенький

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры биофизики

Протокол № 13 от «23» мая 2019 г.

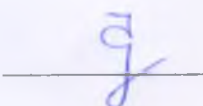
Заведующий кафедрой

 С.В. Беспалова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией биологического факультета

Протокол № 9 от «24» мая 2019 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета

 Е.В. Прокопенко

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе: учебная дисциплина «Биофизика высоких давлений» входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 06.04.01 Биология (магистерская программа: биофизика).

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими и сопутствующими дисциплинами Компьютерные технологии в биологии, Экологическая биофизика, Количественный анализ биологических данных, Методология и методы научных исследований, Современная экология и глобальные экологические проблемы, Математическое моделирование биологических процессов. Является основой для изучения дисциплин Механизмы трансформации энергии в фотосинтезе, Современные проблемы биологии (биофизика), прохождения производственной (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) и преддипломной практик, написания выпускной квалификационной работы и будущей профессиональной деятельности.

2. Структура дисциплины

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	06.04.01 Биология	
Магистерская программа	биофизика	
Программа подготовки	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	1	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля	1 модульный контроль, 1 промежуточная аттестация (зачет)	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	2	2
Год подготовки	1	3
Семестр	2	-
Количество часов	72	72
- лекционных		
- практических, семинарских	14	2
- лабораторных	14	4
- самостоятельной работы	44	66
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов, т.ч.	5,1	
аудиторных	1+1	

3. Описание дисциплины

Цели и задачи

Цель – научить студентов экспериментально обнаруживать основные закономерности общего влияния на биосистемы факторов высокого давления, температуры и времени их действия, а также научиться применять существующие физико-математические модели для планирования экспериментов и обработки их результатов.

Задачи – усвоение теоретических основ и практических навыков использования методов биофизических исследований. Формирование знаний и умений студента,

необходимых и достаточных для понимания явлений и процессов, которые происходят в биологических системах под воздействием высоких давлений.

Требования к результатам освоения дисциплины: процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ по направлению подготовки 06.04.01 Биология и основной образовательной программы высшего образования направления подготовки 06.04.01 Биология (магистерская программа: биофизика):

а) общекультурных (ОК):

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

б) общепрофессиональных (ОПК):

- готовность использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач (ОПК-3);
- готовность творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач (ОПК-7);

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

- способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры (ПК-1);
- способность генерировать новые идеи и методические решения (ПК-4).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

знать: методику физико-математического моделирования кинетики инактивации микроорганизмов и деградации витамина С; физические механизмы влияния давления на биосистемы;

уметь: систематизировать результаты наблюдений; делать обобщение и оценивать их достоверность и пределы применения; применять изученные соотношения к описанию разнообразных процессов; экспериментально исследовать реакции микроорганизмов и витамина С в разных средах на разные сочетания давления, температуры и времени выдержки; разрабатывать рекомендации из оптимизации и стандартизации процесса обработки пищевых продуктов высоким давлением;

владеть: навыками работы с научной информацией с применением современных технологий; навыками обработки, анализа и критической оценки результатов исследований; методиками расчетов термодинамических параметров для модели, описывающей кинетику инактивации микроорганизмов под действием высоких давлений на примере обработки высоким давлением яблочного пюре; навыками физических и биологических исследований, необходимыми для разработки эффективных методов стерилизации пищевых продуктов.

4. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Дисциплина "Биофизика высоких давлений" предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические и лабораторные занятия, самостоятельную работу студента.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов обучения. При проведении практических занятий для обсуждения материала используются мультимедийные презентации. В учебном процессе применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, эвристическая беседа), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение.

В процессе изучения курса предусмотрено использование в учебном процессе интернет-ресурсов; рассмотрение задач, максимально приближенных к конкретным

научно-исследовательским ситуациям, которые приходилось решать для построения моделей процессов, происходящих при стерилизации продуктов высоким давлением, с элементами дискуссии в процессе поиска путей решения сформулированных проблем; тесты и контрольные работы.

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к лабораторным работам, изучение учебной и методической литературы и составление конспектов.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	Содержательный модуль 1
<i>Тема 1.</i> Направления биофизических исследований	Роль биофизики в развитии технологии обработки продуктов давлением. Химические реакции под давлением. Физические принципы. Изучение кинетики процессов инактивации. Механизмы инактивации давлением. Денатурация белков под давлением. Роль кислотности среды.
<i>Тема 2.</i> Методы исследования действия сверхвысокого давления. Стерилизация продуктов высоким давлением.	Объекты исследований. Экспериментальные установки высокого давления. Методика определения микробиологических показателей. Методика определения концентрации витамина С. Термообработка вишневого сока. Качественный анализ микрофлоры. Витамин С в средах разной кислотности. История создания новой технологии. Преимущества технологии обработки высоким давлением. Особенности влияния высокого давления на микроорганизмы. Микроорганизмы, наиболее стойкие к высокому давлению. Корреляция с термостойкостью. Бактериальные споры. Дрожжевые и плесневые клетки. Факторы, которые влияют на стойкость бактерий к высокому давлению. Проблемы, которые сдерживают развитие новой технологии
<i>Тема 3.</i> Выживание микроорганизмов под давлением	Влияние давления на микробиологические показатели и содержание витамина С в вишневом соке. Влияние гидростатического давления на концентрацию витамина С в вишневом соке. Дegradaция витамина С при термообработке. Анализ микрофлоры в пищевых продуктах, которые обработаны высоким давлением. Дegradaция витамина С под давлением в средах с разной кислотностью. Витамин С в буферных растворах. Сравнение с исследованиями кинетики инактивации микроорганизмов под давлением. Сравнение с денатурацией белков под давлением
<i>Тема 4.</i> Кинетика инактивации микроорганизмов высоким давлением. Физические модели влияния давления на микроорганизмы	Моделирование кинетики. Анализ возможностей модели. Методика обработки экспериментальных данных. Алгоритм определения параметров. Физика дegradaции биосистем под действием давления. Термодинамика денатурации. Кинетика денатурации. Влияние давления на скорость денатурации. Влияние температуры на скорость денатурации
<i>Тема 5.</i> Примеры расчетов термодинамических параметров. Причины нелинейности в кинетике инактивации микроорганизмов	Результаты расчетов на примере вишневого сока. Результаты расчетов на примере яблочного пюре. Расчет параметров инактивации спор <i>Bacillus subtilis</i> и <i>Bacillus stearothermophilus</i> . Применимость кинетической модели первого порядка. Оценка величины эффекта. Усреднение по объему

под давлением	
<i>Тема 6.</i> Рост кислотности среды под давлением как фактор инаktivации микроорганизмов. Микроскопический механизм действия давления	Ионизация воды. Влияние кислотности на степень инаktivации при обработке давлением. Влияние давления на гидрофобную гидратацию. Влияние давления на гидратацию белков Механизм действия давления на микроорганизмы.
<i>Тема 7.</i> Практические следствия и рекомендации относительно стандартов обработки	Оптимизация параметров стерилизации высоким давлением. Стандартизация обработки высоким давлением. Рекомендации

Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 1											
	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
<i>Тема 1.</i> Направления биофизических исследований	10		2	2	6		10				10	
<i>Тема 2.</i> Методы исследования действия сверхвысокого давления. Стерилизация продуктов высоким давлением.	10		2	2	6		10		1	1	8	
<i>Тема 3.</i> Выживание микроорганизмов под давлением	10		2	2	6		10				10	
<i>Тема 4.</i> Кинетика инаktivации микроорганизмов высоким давлением. Физические модели влияния давления на микроорганизмы	10		2	2	6		10		1	1	8	
<i>Тема 5.</i> Примеры расчетов термодинамических параметров. Причины нелинейности в кинетике инаktivации микроорганизмов под давлением	10		2	2	6		10			1	9	
<i>Тема 6.</i> Рост кислотности среды под давлением как фактор инаktivации микроорганизмов. Микроскопический механизм действия давления	11		2	2	7		11			1	10	
<i>Тема 7.</i> Практические следствия и рекомендации относительно стандартов обработки	11		2	2	7		11				11	
Итого по содержательному модулю 1	72		14	14	44		72		2	4	66	
Всего часов по модулю	72		14	14	44		72		2	4	66	

5. Методические рекомендации для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий.

Лекционные занятия не предусмотрены учебным планом.

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название темы
1	Направления биофизических исследований
2	Методы исследования действия сверхвысокого давления. Стерилизация продуктов высоким давлением.
3	Выживание микроорганизмов под давлением
4	Кинетика инаktivации микроорганизмов высоким давлением. Физические модели влияния давления на микроорганизмы
5	Примеры расчетов термодинамических параметров. Причины нелинейности в кинетике инаktivации микроорганизмов под давлением
6	Рост кислотности среды под давлением как фактор инаktivации микроорганизмов. Микроскопический механизм действия давления
7	Практические следствия и рекомендации относительно стандартов обработки

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название лабораторной работы
1.	Исследование влияния температуры при обработке высоким давлением на бактерии и их споры в пищевых продуктах при постоянном времени обработки и фиксированном давлении
2.	Расчет затрат энергии для обработки образца заданного объема при заданном сжатии и величине давления
3.	Исследование влияния давления, температуры и времени обработки на содержание витамина С в вишневом соке
4.	Исследование влияния давления, температуры и времени обработки на количество колониеобразующих единиц (КОЕ) мезофильноаэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (МАФAM) в вишневом соке
5.	Исследование влияния давления, температуры и времени обработки на количество КОЕ плесени в вишневом соке
6.	Исследование влияния термообработки на содержание витамина С в вишневом соке при нормальном давлении
7.	Разработка модели кинетики поведения концентрации витамина С, КОЕ МАФAM и КОЕ плесени при изменении температуры, давления и времени обработки

6. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к лабораторным занятиям. Также предусмотрено изучение учебной и методической литературы, составление конспектов.

№	Название темы	Количество часов	
		очная форма	заочная форма
1.	Микроорганизмы, наиболее стойкие к высокому давлению. Корреляция с термостойкостью.	2	10

	Бактериальные споры. Дрожжевые и плесневые клетки. Факторы, которые влияют на стойкость бактерий к высокому давлению. Проблемы, которые сдерживают развитие новой технологии		
2.	Подготовка к лабораторной работе 1	4	
3.	Кинетика денатурации. Влияние давления на скорость денатурации. Влияние температуры на скорость денатурации.	2	4
4.	Подготовка к лабораторной работе 2	4	4
5.	Методика определения микробиологических показателей. Методика определения концентрации витамина С. Термообработка вишневого сока. Качественный анализ микрофлоры. Витамин С в средах разной кислотности	2	10
6.	Подготовка к лабораторной работе 3	4	
7.	Анализ микрофлоры в пищевых продуктах, которые обработаны высоким давлением. Дegradaция витамина С под давлением в средах с разной кислотностью. Витамин С в буферных растворах. Сравнение с исследованиями кинетики инактивации микроорганизмов под давлением. Сравнение с денатурацией белков под давлением	2	4
8.	Подготовка к лабораторной работе 4	4	4
9.	Кинетика денатурации. Влияние давления на скорость денатурации. Влияние температуры на скорость денатурации/ Методика обработки экспериментальных данных. Алгоритм определения параметров.	2	5
10.	Подготовка к лабораторной работе 5	4	4
11.	Расчет параметров инактивации спор <i>Bacillus subtilis</i> и <i>Bacillus stearothermophilus</i> . Оценка величины эффекта для кинетической модели первого порядка. Усреднение по объему. Влияние кислотности на степень инактивации при обработке давлением	3	6
12.	Подготовка к лабораторной работе 6	4	4
13.	Влияние давления на гидратацию белков Механизм действия давления на микроорганизмы. Стандартизация обработки высоким давлением	3	11
14.	Подготовка к лабораторной работе 7	4	
Всего часов		44	66

7. Индивидуальные задания

8. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

Вопросы к промежуточной аттестации

- Преимущества технологии обработки высоким давлением.
- Особенности влияния высокого давления на микроорганизмы.
- Факторы, которые влияют на стойкость бактерий к высокому давлению.
- Роль биофизики в развитии технологии обработки продуктов давлением.
- Кинетика процессов инактивации
- Денатурация белков под давлением.
- Методы исследования действия сверхвысокого давления.
- Методика определения концентрации витамина С.
- Качественный анализ микрофлоры.
- Выживание микроорганизмов под давлением.

11. Влияние гидростатического давления на концентрацию витамина С в вишневом соке.
12. Деградация витамина С под давлением в средах с разной кислотностью.
13. Физические модели влияния давления на микроорганизмы.
14. Термодинамика денатурации.
15. Влияние давления на скорость денатурации.
16. Кинетика инаktivации микроорганизмов высоким давлением.
17. Определение параметров для моделирования кинетики инаktivации микроорганизмов высоким давлением.
18. Результаты расчетов термодинамических параметров модели на примерах вишневого сока и яблочного пюре.
19. Расчет параметров инаktivации спор *Bacillus subtilis* и *Bacillus stearothermophilus*.
20. Причины нелинейности в кинетике инаktivации микроорганизмов под давлением.
21. Рост кислотности среды под давлением как фактор инаktivации микроорганизмов. Ионизация воды.
22. Микроскопический механизм действия давления.
23. Влияние давления на гидратацию белков.
24. Стандартизация обработки высоким давлением

9. Образец модульного контроля

Вопросы к модульному контролю

1. Стерилизация продуктов высоким давлением. История создания новой технологии.
 2. Микроорганизмы, наиболее стойкие к высокому давлению.
 3. Особенности влияния высокого давления на бактериальные споры, дрожжевые и плесневые клетки.
 4. Проблемы, которые сдерживают развитие технологии стерилизации высоким давлением.
 5. Направления биофизических исследований в развитии технологии обработки продуктов давлением.
 6. Химические реакции под давлением.
 7. Механизмы инаktivации давлением.
 8. Роль кислотности среды при денатурация белков под давлением.
 9. Экспериментальные установки высокого давления.
 10. Методика определения микробиологических показателей.
 11. Термообработка вишневого сока.
 12. Витамин С в средах разной кислотности.
 13. Влияние давления на микробиологические показатели в вишневом соке.
 14. Деградация витамина С при термообработке.
 15. Анализ микрофлоры в пищевых продуктах, которые обработаны высоким давлением.
 16. Исследование кинетики инаktivации микроорганизмов под давлением.
- Сравнение с денатурацией белков под давлением.
17. Физика деградации биосистем под действием давления.
 18. Кинетика денатурации.
 19. Влияние температуры на скорость денатурации.
 20. Моделирование кинетики инаktivации микроорганизмов высоким давлением.
- Анализ возможностей модели.
21. Примеры расчетов термодинамических параметров модели.
 22. Нелинейность в кинетике инаktivации микроорганизмов под давлением.
- Применимость кинетической модели первого порядка.
23. Влияние кислотности на степень инаktivации при обработке давлением.

24. Влияние давления на гидрофобную гидратацию.
25. Оптимизация параметров стерилизации высоким давлением.

10. Образец экзаменационного билета

Экзамен не предусмотрен учебным планом.

11. Образец тестового задания (при наличии)

12. Критерии оценивания

Результаты промежуточной аттестации оцениваются по государственной шкале и шкале ECTS.

Зачетные модули	Форма контроля	Баллы
Содержательный модуль 1	Выполнение и сдача лабораторных работ	28
	Устный опрос	12
	Модульный контроль	20
Промежуточная аттестация		40
Общий итог		100

Соответствие государственной шкалы оценивания академической успеваемости и шкалы ECTS

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90–100	5 (отлично)	зачтено
B	80–89	4 (хорошо)	зачтено
C	75–79	4 (хорошо)	зачтено
D	70–74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60–69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35–59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0–34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

13. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для проведения **практических занятий** и **лабораторных занятий** требуется аудитория, оборудованная меловой или интерактивной доской, проекционными средствами и экраном, Выход в Интернет, текстовые и электронные ресурсы научной библиотеки университета.

14. Рекомендованная литература

Основная

1. Влияние высокого давления на биообъекты [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / [сост. С. В. Беспалова, Ю. А. Легенький] ; ГОУ ВПО "Донецкий

национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017 – Электронные данные (1 файл).

2. Методы изучения физических процессов, лежащих в основе биологических явлений [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / [сост. С. В. Беспалова, Ю. А. Сирюк, В. В. Кононенко] ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017. - Электронные данные (1 файл).

3. Губарев А. А. Избранные главы теоретической биофизики [Электронный ресурс] : учебное пособие/ А. А. Губарев, С. В. Беспалова ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017. - Электронные данные (1 файл).

4. Шаталов, В. М. Біофізика високих тисків [Електронний ресурс] : навч. посіб. / В. М. Шаталов, С. В. Беспалова, І. В. Нога ; Донецький нац. ун-т. - Донецьк : ДонНУ, 2012. - Електронні дані (1 файл).

Дополнительная

1. Биофизика макромолекул [Электронный ресурс] : учебное пособие / [сост. С. В. Беспалова, В. О. Корниенко] ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).

2. Современные проблемы биологии (Биофизики) [Электронный ресурс]: учебное пособие / [сост. С. В. Беспалова, В. О. Корниенко] ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).

3. Борисенко И.Н. Инактивация микроорганизмов в яблочном пюре под действием высокого давления / И.Н. Борисенко, Е.В. Ветрова, И.В. Нога, и др. // Вестник Донецкого университета. Серия А: Естественные науки. – 2006. – № 2. – С. 375–377.

4. Нога И. В. Моделирование кинетики инактивации спор *Bacillus subtilis* и *Bacillus stearothermophilus* / И. В. Нога, В. М. Шаталов // Біофізичний вісник. – 2007. – Вип. 19 (2). – С. 116–121.

15. Информационные ресурсы

1. <http://library.donnu.ru/catalog/> – Электронный каталог+ 3 Электронные картотеки Научной библиотеки ДонНУ
2. <http://repo.donnu.ru/> – Электронный архив ДонНУ (репозиторий)
3. <http://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека (НЭБ)
4. <https://dvs.rsl.ru/> – Электронная библиотека диссертаций
5. <https://www.biblio-online.ru/> – Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»
6. <https://cyberleninka.ru/> – Научная электронная библиотека «Киберленинка»

16. Программное обеспечение (при наличии)

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614),
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений)
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения: FreeLab, Scilab, R Studio, Free Pascal, Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 20_____ год.

Протокол заседания кафедры № _____ от _____.

Заведующий кафедрой биофизики

С.В. Беспалова