

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 26 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Термодинамика биосистем
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 15.04.03 Прикладная механика
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Биомеханика
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков в области термодинамики биологических систем; привитие навыков и умения владеть основными методами математического моделирования в термодинамике биологических систем и методами решения возникающих при этом задач. В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Все виды термодинамических систем; основные законы термодинамики; биомеханические модели и системы.

1.3. Входные требования

Современные проблемы биомеханики. Теория упругости. Теория пластичности и ползучести

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Способен выделять из рассматриваемой проблемы задачу механики, формулировать уравнения математической модели рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять качественный анализ математической модели. Знает основные методы математического моделирования в термодинамике биологических систем и методы решения возникающих при этом задач.	Знает основные методы и подходы к построению математических моделей различных объектов исследования с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды.	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет применять основные методы математического моделирования в термодинамике биологических систем и методы решения возникающих при этом задач	Умеет выделять из рассматриваемой проблемы задачу механики, формулировать уравнения математической модели рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять качественный анализ математической модели.	Индивидуальное задание
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет основными методами математического моделирования в термодинамике биологических систем и методами решения возникающих при этом задач, вычислительными методами и компьютерными технологиями.	Владеет навыками построения математических моделей рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды с учетом необходимых гипотез, а также выполнять качественный анализ математической модели.	Зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
Основные понятия и первый закон термодинамики.	8	0	6	15
<p>Введение. Предмет термодинамики. Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика. Основные понятия и исходные положения термодинамики. Внешние и внутренние параметры. Функции состояния. Понятие термодинамического равновесия. Интенсивные и экстенсивные параметры. Общее начало термодинамики. Нулевое начало термодинамики. Границы применимости термодинамического метода. Температура. Эмпирическая температура и термометры.</p> <p>Тема 1. Основания термодинамики. Термодинамические процессы. Квазистатический процесс. Примеры. Работа. Теплота. Внутренняя энергия. Примеры вычисления работы. Термические и калорические уравнения состояния.</p> <p>Тема 2. Первое начало термодинамики. Невозможность создания вечного двигателя первого рода. Проверка первого начала термодинамики в биологических системах: опыты Лавуазье, Лапласа, Рубнера, Этуотера. Энтальпия. Закон Гесса.</p> <p>Тема 3. Циклы Карно. Теоремы Карно. Круговой термодинамический процесс и его КПД. Обратимый и необратимый процессы. Цикл Карно и первая теорема Карно. Термодинамическая шкала температур. Вторая теорема Карно. Верхний предел КПД тепловой машины.</p>				
Второй закон термодинамики. Энтропия.	5	0	9	20
<p>Тема 1. Второе начало термодинамики. Формулировки Томсона, Планка и Клаузиуса. Связь между ними. Невозможность создания вечного двигателя второго рода. Термодинамическая шкала температур. Неравенство Клаузиуса. Неравенство Клаузиуса в общем случае.</p> <p>Тема 2. Энтропия. Равенство Клаузиуса. Определение энтропии. Ее вычисление. Энтропия идеального газа. Закон возрастания энтропии. Баланс энтропии. «Тепловая смерть» Вселенной. Применение второго начала термодинамики к живым системам.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Метод термодинамических потенциалов. открытые системы.	3	0	12	28
Тема 1. Термодинамические потенциалы. Метод термодинамических потенциалов. Энтальпия. Внутренняя энергия. Свободная энергия. Термодинамический потенциал. Канонические уравнения состояния. Свойства термодинамических потенциалов. Тема 2. Общие условия равновесия и устойчивости термодинамических систем. Уравнения равновесия сложной системы. Тема 3. Термодинамика открытых систем. Химический потенциал. Уравнения Гиббса – Дюгема. Критерии стабильности. Условия равновесия фаз. Правило фаз Гиббса. Симметрия и упорядоченность биологических систем. Упорядоченность построения организма из клеток. Смысл биологической упорядоченности.				
ИТОГО по 1-му семестру	16	0	27	63
ИТОГО по дисциплине	16	0	27	63

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Первое начало термодинамики.
2	Циклы Карно. Теоремы Карно.
3	Второе начало термодинамики.
4	Канонические уравнения состояния.
5	Канонические уравнения состояния.
6	Метод термодинамических потенциалов.
7	Метод термодинамических потенциалов.
8	Условия равновесия и устойчивости термодинамических систем.
9	Условия равновесия и устойчивости термодинамических систем.
10	Химический потенциал.
11	Химический потенциал.
12	Энтропия, термодинамика и информация.
13	Энтропия, термодинамика и информация.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Галкин А. Ф. Термодинамика. Сборник задач : учебное пособие / А. Ф. Галкин. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2017.	4
2	Основной курс. - Москва: , Дрофа, 2009. - (Термодинамика : учебное пособие для вузов : в 2 ч.; Ч. 1).	4
3	Специальный курс. - Москва: , Дрофа, 2009. - (Термодинамика : учебное пособие для вузов : в 2 ч.; Ч. 2).	4
4	Сычѳв В. В. Дифференциальные уравнения термодинамики / В. В. Сычѳв. - Москва: Издат. дом МЭИ, 2010.	5
5	Термодинамика и молекулярная физика. - Москва: , Физматлит, 2017. - (Общий курс физики / Д. В. Сивухин : учебное пособие для вузов : в 5 т.; Т. 2).	10

2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Булер П. Термодинамика вещества живой материи / П. Булер. - Екатеринбург: Урал-Эко-Центр, 2007.	1
2	Пригожин И. Р. Химическая термодинамика : пер. с англ. / И. Р. Пригожин, Р. Дефэй. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010.	4
3	Физическая химия. Принципы и применение в биологических науках : пер. с англ. / И. Тиноко [и др.]. - М.: Техносфера, 2005.	8
4	Щеголев И. Ф. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики : учебное пособие / И. Ф. Щеголев. - Долгопрудный: Интеллект, 2008.	25
2.2. Периодические издания		
1	Российский журнал биомеханики / Российская академия наук, Уральское отделение ; Пермский научный центр ; Российская академия медицинских наук ; Пермский край. Администрация ; Пермский государственный технический университет ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. Ю. И. Няшина. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 1997 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Бендерский Б.Я. Техническая термодинамика и теплопередача : курс лекций с краткими биографиями ученых : учебное пособие для вузов / Б.Я. Бендерский. - М. Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2005.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2487	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Мультимедийное оборудование в составе: проектор, ноутбук	1
Практическое занятие	Мультимедийное оборудование в составе: проектор, ноутбук	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе