

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электронные приборы и устройства»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.3.4.2. «Термодинамика наносистем»

направления подготовки

11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» (ЭЛНЭ)

Профиль - Электронные приборы и устройства

форма обучения – очная

курс – 2.

семестр – 3

зачетных единиц –5

часов в неделю – 4

всего часов –180 ч.

в том числе:

лекции –28 ч.

коллоквиумы – 8 ч.

практические занятия –36 ч.

самостоятельная работа –108 ч.

зачет – нет.

экзамен – 3 семестр

РГР – нет

Курсовая работа – нет

Курсовой проект – нет

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: формирование основ знаний теории наносистем и знакомство с термодинамическими подходами к их рассмотрению.

Задачи изучения дисциплины:

- наноматериалы и методы их получения;
- термодинамические свойства наносистем;
- физико-химические явления на межфазной границе.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина находится в разделе «Дисциплины по выбору». Усвоение материалов данной дисциплины тесно взаимосвязано со знаниями в рамках дисциплин математика, физика, химия.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (**ОПК-1**);
- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (**ОПК- 2**).

Студент должен знать:

- основные положения, законы и методы естественных наук (физики, химии) и математики, на которых основывается термодинамика наносистем;
- методы получения наноматериалов и наносистем.
- физико-математический аппарат термодинамики наносистем (термодинамические методы исследования наносистем и другие).

Студент должен уметь:

- осуществлять поиск информации по термодинамике наносистем и наноматериалов с помощью информационных технологий.
- выявлять сущность проблемы и взаимосвязи, привлекая физико-математический аппарат термодинамики.

Студент должен владеть:

- навыками расширения знаний и кругозора в области термодинамики наносистем (поиск информации, анализ, структурирование);
- логическим мышлением, чтобы понимать взаимосвязь процессов и явлений с различными областями техники и науки.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Модуля	№ Недели	№ Темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	9	9	10
3 семестр									
1	1-5	1	Наноматериалы и методы их получения	40	8	2			30
	6-10	2	Термодинамические свойства наносистем	76	8	2		36	30
2	11-14	3	Физико-химические явления на межфазной границы	38	6	2			30
	15-18	4	Кинетические свойства наносистем	26	6	2			18
Всего				180	28	8		36	108

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
3 семестр				
1	8	1-4	Наноматериалы и методы их получения - Введение. Основные понятия. Основные характеристики, определяющие свойства материалов. - Методы получения наноматериалов. - Порошки металлов, их соединений. Углеродные наноматериалы. - Наноструктурированные материалы, тонкие пленки и полимерные нанокомпозиты.	[1,2]
2	8	5-8	Термодинамические свойства наносистем - Термодинамическое описание поверхностного слоя в гетерогенных системах. - Влияние дисперсности на термодинамическую реакционную способность. - Влияние дисперсности на температуру фазовых переходов. Правило Гиббса для дисперсных систем. - Применение - Классической термодинамики и других	[1,2,4,6]

			теоретических методов к описанию наносистем.	
3	6	9-11	Физико-химические явления на межфазной границы - Адгезия и смачивание. Адсорбция. - Хемосорбция. Образование двойного электрического слоя. - Электрокинетические явления.	[1,2,4,6]
4	6	12-14	Кинетические свойства наносистем - Молекулярно-кинетические свойства наносистем. - Кинематика химических реакций с участием наноматериалов. - Агрегационные процессы в наносистемах.	[1,2]
	28	ИТОГО		

6. Содержание коллоквиумов

№ темы	Всего часов	№ коллоквиума	Тема коллоквиума. Вопросы, отрабатываемые на коллоквиуме	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
3 семестр				
1	2	1	Наноматериалы и методы их получения	[1,2,3,4]
2	2	2	Термодинамические свойства наносистем	
3	2	3	Физико-химические явления на межфазной границы	
4	2	4	Кинетические свойства наносистем	
	8	ИТОГО		

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
3 семестр			
2	6	Основные уравнения математической физики	[5,10]
	30	Решение задач по термодинамике и статистической физике	
	36	ИТОГО	

Методические указания приведены в соответствующем разделе ИОС [10].

8. Перечень лабораторных работ Не предусмотрены учебным планом.

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
3 семестр			
1	30	Наноматериалы и методы их получения	[1,2,3,4,6,7,8,9]
2	30	Термодинамические свойства наносистем	
3	30	Физико-химические явления на межфазной границы	
4	18	Кинетические свойства наносистем	
	108	ИТОГО	

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС [10]

10. Расчетно-графическая работа Не предусмотрена учебным планом.

11. Курсовая работа Не предусмотрена учебным планом.

12. Курсовой проект Не предусмотрен учебным планом.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы формируется отдельные элементы компетенций:

- ОПК-1 - способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

- ОПК-2 - способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

Содержание лекционного курса и практических занятий формируют на рассматриваемом этапе элементы компетенций в части, касающейся применения законов термодинамики в профессиональной деятельности.

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается:

- в проведении устного экзаменационного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение

имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала;

- отчетов по практическим работам, для оценки способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, а также составления выводов;

- подготовки студентом самостоятельно и под руководством преподавателя отчета и презентации по выданной теме в рамках самостоятельной работы;

- выступление студента с докладом, как способ проверки знаний, умений, навыков по пройденным темам изучаемого предмета в рамках самостоятельной работы

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная на экзамене при ответе на вопросы для экзамена. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для экзамена. При этом руководствуются следующими критериями.

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Отлично	Заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.
Хорошо	Заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
Удовлетворительно	Заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка выставляется обучающимся, допустившим погрешности при ответе и выполнении заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
Неудовлетворительно	Выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут

	продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине
--	--

Умения и навыки, приобретенные студентом на этапе освоения указанной части компетенций при преподавании (изучении) рассматриваемой дисциплины, оцениваются по результатам выполнения:

- практических работ,
- самостоятельной работы.

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная при отчете по практическим и самостоятельной работам. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «зачтено» («отлично», «хорошо», «удовлетворительно») и «не зачтено» («неудовлетворительно») и осуществляется путем анализа знаний теоретического материала, оформленного отчета, выступления и ответов на вопросы при докладе презентационного материала.

При этом руководствуются следующими критериями при оценивании знаний теоретического материала и оформленного отчета:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Зачтено (отлично)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и правил оформления отчета. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Зачтено (хорошо)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения и правил оформления отчета, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Зачтено (удовлетворительно)	Выставляется студенту, если задание на практическую работа выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с физическими приборами, графиками, таблицами справочной литературы.
Не зачтено (неудовлетворительно)	Выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи, неумение оформить отчет. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

При этом руководствуются следующими критериями при оценивании выступления и ответов на вопросы при докладе презентационного материала [10]:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Зачтено (отлично)	Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают материал для подготовки презентационного материала (презентация и доклад). - Содержание доклада соответствует заявленной теме и в полной мере ее раскрывает; - Тема полностью раскрыта; представлен обзор литературных и/или патентных источников по данной теме (не старше 5 лет); изложение материала логично и доступно; - Все ответы на вопросы исчерпывающие и аргументированные; - Выступление докладчика полностью соответствует критериям: точность изложения, свободное владение материалом, культура речи и умение привлечь внимание аудитории, лаконичность изложения.
Зачтено (хорошо)	Студенты подбирают материал для подготовки презентационного материала (презентация и доклад). - Содержание доклада, за исключением отдельных моментов соответствует заявленной теме и в полной мере ее раскрывает; - Тема хорошо раскрыта; представлен обзор

	<p>литературных и/или патентных источников по данной теме (старше 5 лет); в изложении материала есть моменты, нарушающие логичность и доступность;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Все ответы на вопросы даны, но они имеют небольшие неточности и/или недостаточно аргументированы; - Выступление докладчика большей частью соответствует критериям: точность изложения, свободное владение материалом, культура речи и умение привлечь внимание аудитории, лаконичность изложения.
<p>Зачтено (удовлетворительно)</p>	<p>Студенты подбирают материал для подготовки презентационного материала (презентация и доклад) с помощью преподавателя.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Содержание доклада большей частью соответствует заявленной теме и ее раскрывает; - Тема раскрыта удовлетворительно: представлен обзор литературных и/или патентных источников по данной теме (старше 10 лет); в изложении материала есть моменты, нарушающие логичность и доступность; - Не все ответы на вопросы исчерпывающие и аргументированные; - Выступление докладчика частично соответствует критериям: точность изложения, свободное владение материалом, культура речи и умение привлечь внимание аудитории, лаконичность изложения.
<p>Не зачтено (неудовлетворительно)</p>	<p>Студенты подбирают материал для подготовки презентационного материала (презентация и доклад) с помощью преподавателя.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Содержание доклада частично соответствует заявленной теме; - Тема не раскрыта; представлен обзор литературных и/или патентных источников по данной теме (старше 10 лет); изложение материала нелогично и недоступно; - Ответы на вопросы отсутствовали или не соответствовали заданной теме; - Выступление докладчика полностью не соответствует критериям: точность изложения, свободное владение материалом, культура речи и умение привлечь внимание аудитории, лаконичность изложения.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Термодинамика наносистем» включает учет успешности выполнения практических, самостоятельной работ и сдачу экзамена.

Вопросы для зачета Не предусмотрена учебным планом.

Вопросы для экзамена.

1. Формула физико-химического анализа систем
2. Методы определения дисперсного состава
3. Методы анализа структуры кристаллических материалов
4. Методы анализа химического состава
5. Методы исследования поверхности
6. Диспергирование и конденсация.
7. Механические методы получения наноматериалов.
8. Физические методы получения наноматериалов.
9. Физико-химические методы получения наноматериалов..
10. Химические методы получения наноматериалов..
11. Ультрадисперсные порошки металлов.
12. Ультрадисперсные порошки соединений металлов.. Углеродные наноматериалы.
13. Наноструктурированные материалы.. Тонкие пленки.
14. Полимерные нанокомпозитные материалы.
15. Объединенные уравнение первого и второго законов термодинамики для гетерогенных систем.
16. Метод избыточных величин Гиббса.
17. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение.
18. Влияние кривизны поверхности на внутреннее давление фаз. Уравнение Лапласа.
19. Влияние дисперсности на приращение энергии Гиббса.
20. Влияние дисперсности на величину химического потенциала. Уравнение Кельвина.
21. Влияние дисперсности на растворимость твердого тела.
22. Фазовые превращения первого рода.
22. Влияние дисперсности на температуру фазовых переходов.
23. Правило фаз Гиббса.
24. Правило фаз Гиббса для дисперсных систем.
25. Роль флуктуаций в системах.
26. Ограниченность классического термодинамического подхода.
27. Микроскопический термодинамический подход к описанию малых частиц.
28. Понятие адгезии. Работа адгезии. Уравнение Дюпре. Механизмы адгезии.
29. Смачивание. Закон Юнга. Теплота смачивания.
30. Капиллярные эффекты.
31. Понятие адсорбции. Фундаментальное уравнение Гиббса.
32. Поверхностная активность веществ.

33. Физическая адсорбция газов на твердой поверхности.
34. Теории физической адсорбции.
35. Понятие химической адсорбции.
36. Молекулярная адсорбция из растворов.
37. Образование двойного электрического слоя.
38. Уравнение Липпмана.
39. Основные пути релаксации системы с избыточной поверхностной энергией.
40. Строение двойного электрического слоя.
41. Потенциалы двойного электрического слоя.
42. Электрокинетический потенциал.
43. Прямые и обратные электрокинетические явления.
44. Модифицирование поверхности ультрадисперсных частиц.
45. Седиментационно-диффузионное равновесие.
46. Определение величины энергии активации реакции.
47. Влияние дисперсности на скорость реакции.
48. Термодинамическая устойчивость дисперсных систем.
49. Факторы устойчивости лиофобных систем.
50. Теория ДЛФО.
51. Структурообразование в дисперсных системах.
52. Фрактальное строение агрегатов и фрактальная размерность.

14. Образовательные технологии

Лекционный курс читается с применением **информационно-коммуникационных образовательных технологий** (организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией). Изложение всего материала (**лекции-визуализации**) сопровождается презентациями (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических).

Коллоквиумы проводятся с применением **интерактивных технологий и технологий проблемного обучения** (лекция-дискуссия, в ходе которой решается комплексная учебная задача).

При проведении лабораторных и практических работ наряду с **традиционными образовательными технологиями** (практическая работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами) применяются **технологии проблемного обучения** (проведение практикумов - организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков) и **технологии проектного обучения** (выполнение творческих и информационных проектов).

Для контроля выполнения самостоятельной работы применяются **творческие задания**, которые студенты выполняют самостоятельно в виде рефератов и презентаций.

Дисциплина «Термодинамика наносистем» состоит: из лекционной части в мультимедийном исполнении; практических работ; самостоятельных занятий для подготовки к лабораторным занятиям, поискового назначения, овладения учебным материалом и освоения дополнительной литературы.

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основная литература:

1. Дадашев Р.Х. Термодинамика поверхностных явлений [Электронный ресурс]/ Дадашев Р.Х.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.— 279 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30174> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Королев А.Л. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ Королев А.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 298 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20785> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Сергеев Н.А. Физика наносистем [Электронный ресурс]: монография/ Сергеев Н.А., Рябушкин Д.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2015.— 192 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33418> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Дополнительная литература

4. Гиттерман М. Фазовые превращения [Электронный ресурс]: краткое изложение и современные приложения/ Гиттерман М., Хэлперн В.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006.— 128 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16651> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Сборник задач по общему курсу физики. Книга II. Термодинамика и молекулярная физика [Электронный ресурс]/ В.Л. Гинзбург [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.— 176 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25039> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том II. Термодинамика и молекулярная физика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Сивухин Д.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.— 544 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17371> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Периодические издания

7. Журнал "Наносистемы: физика, химия, математика".
<http://nanojournal.ifmo.ru>.

Интернет-ресурсы

8. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. <http://window.edu.ru>

9. Свободно доступные курсы Интернет-университета информационных технологий (ИНТУИТ). <http://www.intuit.ru>

- *Введение в математические модели механики сплошных сред*
(<http://www.intuit.ru/studies/courses/1018/321/info>).

Источники ИОС

10. Термодинамика наносистем – Режим доступа:
<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.3.4.2-2/default.aspx> (дата обращения 29.08.2015г.).

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Материально-техническое обеспечение модуля: доступ к фондам учебных пособий, библиотечным фондам с периодическими изданиями по соответствующим темам, наличие компьютеров, подключенных к сети Интернет, и с необходимым программным обеспечением. Учебная дисциплина «Термодинамика наносистем» обеспечена учебно-методической документацией (компонент учебно-методического комплекса по дисциплине).

Чтение лекций проводится в лекционной аудитории. Практические работы по дисциплине проводятся в виде компьютерного практикума в дисплейном классе на персональных ЭВМ, оснащенных лицензионным программным обеспечением, соединенных в локальную сеть и имеющих доступ в Internet и в лекционных аудиториях.

Список лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7; Microsoft Office 7; Adobe Acrobat Reader; MathWork MATLAB R2012a.

Информационное и учебно-методическое обеспечение: ЭБС «IPRbooks», электронная библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А., электронная информационно-образовательная среда СГТУ имени Гагарина Ю.А.