МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
СТИ НИТУ «МИСИС»

Рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
СТИ НИТУ «МИСИС»
от «20» июня 2023 г.
протокол № 05

Рабочая программа дисциплины

Физико-химические расчеты восстановительных процессов

Закреплена за кафедрой	Кафедра металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой
Направление подготовки	22.04.02 Металлургия
Профиль	Технология производства металлизованного сырья
Квалификация	**Магистр**
Форма обучения	**Очная**
Общая трудоемкость	**2 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 72
в том числе:

аудиторные занятия 34
самостоятельная работа 38
часов на контроль 0

Формы контроля в семестрах:
Зачет 2

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	2		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Семинары				
Практические занятия	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам.работа	38	38	38	38
Итого:	72	72	72	72

Год набора 2023.

Программу составил(и):

профессор, кандидат технических наук, доцент
Тимофеева Анна Стефановна
Должность,уч.ст., уч.звФИО полностью *подпись*

Рабочая программа дисциплины
Физико-химические расчеты восстанбовительных процессов
наименование

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСИС»:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия
(приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2023 года набора:
22.04.02 Металлургия,
Профиль: Технология производства металлизованного сырья, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» «20» июня 2023г. протокол № 05.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой

Протокол от «09» июня 2023 г. № 19/23

Зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой А.А.Кожухов
подпись

«09» июня 2023 г.

Руководитель ОПОП ВО
зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой, доктор
технических наук, доцент А.А.Кожухов
подпись

«09» июня 2023 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ
Подготовка обучающихся в области расчета восстановительных процессов, формирование у обучающихся способности к выявлению физико-химических процессов при восстановлении железа. **Задачи дисциплины:** - научить анализу протекания восстановительных процессов; -научить обучающихся применять теоретические знания к расчетам восстановительных процесса; - научить пользоваться методами решения оптимизационных задач в восстановительных процессах.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.1.1
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1.	Современные проблемы металлургии и материаловедения
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Процессы вторичного окисления железа
2.2.2	Теплофизика получения окисленных окатышей и металлизованного продукта
2.2.3	Научно-исследовательская работа
2.2.4	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы, включая, подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
ОПК-1: **Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии**	
Знать:	ОПК-1-З1 Основные расчеты по химическим реакциям, демонстрируя знания химии, физики, математики
Уметь:	ОПК-1-У1 Использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
Владеть:	ОПК-1-В1 Применением теории и практики в сочетании для решения инженерных задач по восстановительным процессам.
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий	
Знать:	УК-1-З1 Виды продукции, подвергающиеся восстановительным процессам железа;
Уметь:	УК-1-У1 Анализировать влияние различных факторов на восстановительные процессы железа;
Владеть:	УК-1-В1 Методами вычисления скорости восстановительного процесса железа.

ПК-1: Анализ и совершенствование металлургических процессов

Знать:	ПК-1-З1 Теория и технология производства реформированного газа
Уметь:	ПК-1-У1 Оценивать возможные производственные риски и принимать меры по их минимизации в технологических процессах производства реформированного газа
Владеть:	ПК-1-В1 Определением и контролем исполнения мер по выполнению производственной программы подготовки и производства реформированного газа

ПК-2:
Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Знать:	ПК-2-З1 Хорошо технологию производства металлизованных окатышей и анализировать процессы получения окатышей;
Уметь:	ПК-1У1 Анализировать данные технической документации по производству окатышей и восстановительных процессов;
Владеть:	ПК-1-В1 теорией и технологией производстваметаллизованных окатышей и процессами восстановления железа.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	**Наименование разделов и тем /вид занятия/**	**Семестр**	**Количество часов**	**Компетенции**	**Литература и электронные ресурсы**	**Примечание**
	Раздел 1. Основные положения процесса получения металлизованного сырья					
1.1	**Практическое занятие** **Самостоятельная работа:** - Изучение литературы «Получение металлизованного сырья». - Подготовка к ПЗ	2/2	**2** **4** 2 2	ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-З1 ОПК-1-В1	Л.1.1 Л.1.2; Л 2.1	
1.2	**Практическое занятие** **Самостоятельная работа:** - Изучение литературы «Процессы восстановления железа» Подготовка к ПЗ - Подготовка к КР№1	2/2	**2** **4** 1 1 2	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1	Л.1.1 Л.1.3 Л 2.1	
	Раздел 2 Физико-химические процессы восстановительных процессов					
2.1	**Практические занятия** **Самостоятельная работа**: - Изучение литературы «Физхимиявосстановительных процессов железа» - Подготовка к ПЗ	2/2	**6** **5** 3 2	ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-1-З1ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л.1.1 Л.1.2. Л.1.3; Л 2.1	
2.2	**Практические занятия** **Самостоятельная работа:** **-Изучение литературы** **« Расчет кинетических реакций восстановления железа»** - Подготовка к ПЗ - Подготовка к КР №2	2/2	**6** **5** 2 2 1	ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1	Л.1.1 Л.1.2 Л.1.3 Л 2.1	
3	**Раздел 3 Факторы, влияющие на процесс восстановительного процесса**					
3.1	**Практические занятия** **Самостоятельная работа**: - Подготовка к ПЗ - Изучение литературы «Способы повышения восстановления железа»	2/2	**9** **10** 3 3 4	ПК-1-У1 ПК-1-З1 ПК-1-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-В1	Л.1.1 Л.1.2 Л.1.3; Л 2.1	
3.2	**Практические занятия** **Самостоятельная работа:** - Подготовка к ПЗ - Подготовка к КР №3	2/21	**9** **10** 6 4	УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-1-З1 ОПК-1-В1	Л.1.1 Л.1.2 Л.1.3 Л 2.1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ
5.2Перечень работ, выполняемых по дисциплине

Во втором семестре предусмотрен зачет Возможна простановка зачета на основе результатов текущей аттестации
В семестре 2 по курсу предусмотрено 2контрольных работы:

1)Контрольная работа № 1 *по материалам занятий раздела 1*:(ПК-1-З1,ПК-1-У1,ПК-1-В1,ОПК-1-У1, ОПК-1-З1, ОПК-1-В1, ПК-2-З, ПК-2-У1,ПК-2-В1,УК-1-З1,УК-1-У1,УК-1-В1УК-1-В1).

Перечень вопросов для подготовки к контрольной работе:

1.Схема производства металлизованных окатышей
2.Требования к шихте для прямого восстановления железа
3.Производство железа прямого восстановления в процессах Мидрекс и Хилл-З.
4.Реакции, происходящие при прямом восстановлении железа в твердофазных печах с газовым восстановителем

2)Контрольная работа № 2 *по материалам занятий раздела 2* (ПК-1-З1,ПК-1-У1,ПК-1-В1,ОПК-1-З1 ОПК-1-У1,ОПК-1-В1,ПК-1-З1, ПК-1-У1,ПК-1-В1,УК-1-З1,УК-1-У1,УК-1-В1)

Перечень вопросов к контрольной работе №2

1. Реакции, происходящие в печи металлизации и их тепловые эффекты

3.Тепловые процессы в печи прямого восстановления железа.
4. Факторы, влияющие на металлургические свойства металлизованного продукта
5. Расчет кинетических реакций восстановления

Решение задач

Пример1.

Вычислите ΔH^o, реакции, протекающей по уравнению:Fe_2O_3(к) + $3H_2$(г) = 2Fe(к) + $3H_2O$ (г)

Решение:

1. Расчет энтальпии реакции

В химической реакции, протекающей по уравнению:

Fe_2O_3(к) + $3H_2$(г) = 2Fe(к) + $3H_2O$ (г)

Тепловой эффект реакции ($\Delta H_{х.р.}$), исходя из следствия закона Гесса, равен сумме теплот образования $\Delta H_{обр}$. продуктов реакции за вычетом суммы теплот образования исходных веществ с учетом коэффициентов перед формулами этих веществ в уравнении реакции.

$\Delta H_{х.р.} = \sum H_{обр.прод.} - \sum H_{обр.исх.}$

$\Delta H_{х.р.} = [2\Delta H° Fe(к) + 3\Delta H° H_2O (г)] – [\Delta H° Fe_2O_3(к) + 3\Delta H° H_2(г)]$

-теплоты образования простых веществ условно приняты равными нулю;
- теплота образования H_2O (г) равна -241,83 кДж;
- теплота образования Fe_2O_3(к) равна -822,10 кДж .

Исходя из указанных данных получим:

$\Delta H_{х.р.}$= 3(-241,83) – (-822,10) = -725,49 – (-822,10) = 96,61 кДж.

Ответ: $\Delta H_{х.р.}$= 96,61 кДж

Пример 2. Вычислите ΔS^o и ΔG_T^o реакции, протекающей по уравнению:Fe_2O_3(к) + $3H_2$(г) = 2Fe(к) + $3H_2O$ (г)

Решение.Изменение энтропии продуктов химической реакции, протекающей по уравнению:

Fe_2O_3(к)+$3H_2$(г) = 2Fe(к) + $3H_2O$ (г),

Рассчитывается по формуле:

$\Delta S_{х.р.} = \sum S_{прод.} - \sum S_{исх.}$

$\Delta S_{х.р.} = [2\Delta S° Fe(к) + 3\Delta S° H_2O (г)] – [\Delta S° Fe_2O_3(к) + 3\Delta S° H_2г]$, где:

$\Delta S° Fe$(к) = 27,2 Дж/(моль·К);

$\Delta S° H_2O$ (г)) = 188,72 Дж/(моль·К)

$\Delta S°$ Fe_2O_3(к) = 89,96 Дж/(моль·К)

$\Delta S°$ O/H_2(г) = 130,59 Дж/(моль·К)

С учетом этих данных рассчитаем изменение энтропии реакции, получим:

$\Delta S°_{х.р.}$= 2(27,2) + 3(188,72) – (89,96) + 3(130,59) = 620,56 - 481,73 = 138,83 Дж/(моль·К).

Пример 3. Вычислите ($\Delta G°$) , реакции, протекающей по уравнению:Fe_2O_3(к) + $3H_2$(г) = 2Fe(к) + $3H_2O$ (г)

Решение:Мерой химического сродства ($\Delta G°$) является *убыль энергии Гиббса* (изменение изобарно- термического потенциала или *энергии Гиббса*).

Убыль энергии Гиббса $\Delta G°_{х.р.}$ в химической реакции:

Fe_2O_3(к) + $3H_2$(г) = 2Fe(к) + $3H_2O$ (г),

вычисляем по формуле:

$\Delta G°_{х.р.} = \Delta H° - T·\Delta S°$

$\Delta G°_{х.р.}$ = 96,61 – (298 · 0,3883 = 96,61- 41,37 = +55,24 кДж.

Ответ: $\Delta G°_{х.р.}$ = +55,24 кДж

Т.к. $\Delta G°_{х.р.} > 0$, то реакция при стандартных условиях невозможна; при этих условиях пойдет обратная реакция - окисление железа (коррозия).

3) Контрольная работа №3по материалам раздела 3(ПК-1-З1,ПК-1-У1,ПК-1-В1,ОПК-1-З1,ОПК-1-У1,ОПК-1-В1, УК-1-У1,ОПК-1-У1,ОПК-1-З1,ОПК-1-В1).

1.Влияние различных факторов на восстановление железа в печи металлизации

2.Учет этих факторов при расчетах восстановительных процессов
Решение задач
Пример1.Определить начало температуры реакции Fe_2O_3(к)+$3H_2$(г) = 2Fe(к) + $3H_2O$ (г),, если известно/, что $\Delta H_{х.р.}$= 96,61 кДж, ,ΔS=138,83 Дж/(моль·К).,ΔG=+55,24 кДж/.Определить возможность реакции при 500^0С и при 1000^0С
Решение:^{0}
Определение температуры начала реакции восстановления Fe_2O_3 CO
ΔH = T·ΔS, отсюда T = ΔH/ΔS = 96,61/0,13883 = 695,9 К.
Расчитаем <u>энергию Гиббса</u> данной реакции при 500 К.
ΔG^0_{500} = 96,61-(500 · 0,13883) = +27,19 кДж.
Таким образом, ΔG при температуре 500 К составляет +27.19 кДж, т.е. ΔG > 0 и это означает, что реакция при 500 К. невозможна[1].
Расчитаем энергию Гиббса данной реакции при 1000 К
При температуре 1000 К находим ΔG^0_{1000} аналогично:
ΔG^0_{1000} = 96,61 – (1000 · 0,13883 = 96,61 - 138,83 = -42,22 кДж. ΔG^0_{1000} = -42,22 кДж.
Так как ΔG^0_{1000} < 0, то при температуре 1000 К реакция возможна[1]
Пример2.Рассчитать изменение энтальпии и изобарно-изотермического потенциала при стандартных условиях реакции:$Fe_3O_{4(тв.)}$+CO=3FeO+CO_2,если стандартное изменение энтальпии соответственно равны: 58,79;213,6;151,46;197,4 Дж/(моль*К),а ΔG=-216,0; -394,89;-1010;-137,4 кДЖ/моль. Возможна ли реакция в данных условиях?

Решение

Вычисляем ΔS^0 реакции

$$\Delta S = 3S^0_{FeO} + S^0_{CO_2} - S^0_{Fe_3O_4} - S^0_{CO} =$$
$$3 \cdot 58{,}79 + 213{,}6 - 151{,}46 - 197{,}4 = 39{,}1 \text{ Дж/(моль·К)}.$$

Вычисляем $\Delta_r G^0$ реакции

$$\Delta_r G^0 = 3\Delta_f G^0_{FeO} + \Delta_f G^0_{CO_2} - \Delta_f G^0_{Fe_3O_4} - \Delta_f G^0_{CO} =$$
$$= 3\cdot(-346{,}0) - 394{,}89 + 1010 + 137{,}4 = 14{,}51 \text{ кДж/моль}.$$

Так как $\Delta_r G^0 > 0$, то при стандартных условиях данный процесс невозможен.

<u>Практические занятия</u>

<u>1 раздел.</u> Технология производства металлизованного продукта :(ПК-1-З1,ПК-1-У1,ПК-1-В1,ОПК-1-У1, ОПК-1-З1, ОПК-1-В1)
1.Восстановление железа
2.Требования к шихте и газам при восстановлебнии железа
3.Восстановительные реакции в печи, их температуры, тепловые эффекты..
4. Контрольная работа №1.
<u>2 раздел</u>. Физико-химические процессы
восстановительных процессов (ПК-2-З, ПК-2-У1,ПК-2-В1,УК-1-З1,УК-1-У1,УК-1-В1УК-1-В1).
1.Ступенчатость процесса восстановления железа;
2. Уравнения кинетических реакций восстановления железа по ступеням и их расчеты
3. Определение возможности прохождения реакций;
4. Расчет теплового эффекта реакций восстановления
5. Контрольная работа №2
<u>3 раздел</u>. Факторы, влияющие на процесс восстановительного процесса (ПК-1-З1,ПК-1-У1,ПК-1-В1,ОПК-1-З1,ОПК-1-У1,ОПК-1-В1, УК-1-У1,ОПК-1-У1,ОПК-1-З1,ОПК-1-В1).
1.Влияние шихты на восстановительный процесс железа;
2.Влияние восстановительного газа;
3.Давление в печи и ее влияние на восстановительные процессы;
4.Влияние температуры в печи;
6.Контрольная работа №3.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины

Обучающийсяполучает зачет при своевременном и правильном выполнении всех видов работ, предусмотренных текущей аттестацией по дисциплине. Методика оценки знаний, умений и навыков

Зачет может быть поставлен при условии, если:
1.Обучающийся освоил все вопросы, рассматриваемые на практических и семинарских занятиях, были оформлены конспекты по все вопросам и принимал активное участие в беседах по вопросам на занятиях, применяет свои знания при решении задач.
2. При успешном написании 3-х контрольных работ

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	А.С. Тимофеева Т.В. Никитченко Е.С. Тимофеев В.В. Федина	Физико-химические основы реформинга газов: учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»- 20экз.	Старый Оскол : "ТНТ", 2019г.- 156с.
Л 1.2	А.С. Тимофеева Т.В. Никитченко В.В. Федина А.А. Шевченко	Теплофизика получения металлизованного продукта: учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС» 50экз	Старый Оскол : "ТНТ", 2018г.- 201с.
Л.1.3	А.С. Тимофеева Е.С. Тимофеев	Теплофизические особенности производства окисленных окатышей и металлизованного продукта: учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС» 20экз.	Старый Оскол : "ТНТ", 2015г- 136с.

6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	А.С.Тимофеева В. В.Федина	Справочник теплофизика-металлурга:уч. пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол:Из-вокпц «РОСА»2008- 280с.-50экз..

6.1.3 Методические разработки

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э 1	Производство железорудного концентрата. https://www.youtube.com/watch?time_continue=17&v=N3yM1yZglUU&feature=emb_logo
Э 2	Производство окатышей. https://www.youtube.com/watch?time_continue=15&v=j8pkNcuo09E&feature=emb_logo

6.3. Перечень программного обеспечения

П 1	MicrosoftWindows,
П 2	Microsoft Office.
П 3	LMS Canvas (приказ НИТУ «МИСИС» № 387о.в. от 05.06.2018 г. «О применении в учебном процессе ЭИОС»)
П 4	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И 1	Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И 2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И 3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСИС):
И5	— аналитическая база (индексы цитирования) WebofScience https://apps.webofknowledge.com
И6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И7	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И8	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	
7.1	**Аудитория № 308** **Лаборатория технической термодинамики и механики газов** Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест персональный компьютер ПЭВМ "ХОПЕР", проектор для презентаций EB-460. Программное обеспечение: MicrosoftWindows, MicrosoftOffice, KasperskyEndpointSecurity для бизнеса.
7.2	**Аудитория № 313** **Лаборатория экстракции черных металлов из природного и техногенного сырья** Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, электропечь ТК.27.1550.3Ф, печь муфельная «SNOL 7,2/1300, печь муфельная «SNOL 7,2/1100, установка для определения реакционной способности металлизованных окатышей, лабораторные электронные весы EK6100i, анализатор кислорода портативный многофункциональный АКПМ-1-02, мультиметрMastech MS 8209, термометр электронный HANNA HI 93530, измеритель температуры цифровой высокоточный IT-8, термометр электронный TM-902C (-50º +1300ºC)
7.2	**Аудитория № 306** **Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий** Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, рабочая станция Core i3-4130 – 4 шт, рабочая станция HP Z420 – 8 шт, проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032. Программное обеспечение: MicrosoftWindows, MicrosoftOffice, KasperskyEndpointSecurity для бизнеса. AutoCAD 2020 В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины "Физико-химические расчеты восстановительных процессов», обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.
2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы.
3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
4. Отчеты по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.
5. Активно работать с научными базами в сети Интернет.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.

Для подготовки к каждому практическому и семинарскому занятиям заранее выдаются тема и вопросы, которые необходимо магистрантам подготовить дома. Студенты готовят ответы, касающиеся вопросов, рассматриваемых на занятиях.Материал для подготовки представлен в литературе по этой дисциплине.