

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



А.Г. Иванов

2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В. ДВ.01.01 КИНЕТИКА ИОНООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И МАССОПЕРЕНОС В ИОННЫХ ПРОВОДНИКАХ

Направление подготовки/специальность 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) Электрохимия

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника магистр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины «Кинетика ионообменных процессов и массоперенос в ионных проводниках» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.04.01 Химия.

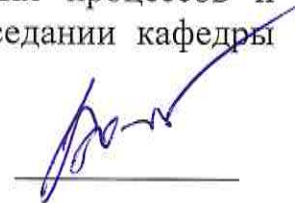
Программу составила

Н.А.Кононенко, профессор кафедры физической химии, д.х.н. 

Рабочая программа дисциплины «Кинетика ионообменных процессов и массоперенос в ионных проводниках» утверждена на заседании кафедры физической химии

протокол № 22 от «26» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой физической химии Заболоцкий В.И.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физической химии протокол № 22 от «26» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой физической химии Заболоцкий В.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 от «27» июня 2017 г.

Председатель УМК факультета Стороженко Т.П.



Рецензенты:

Филиппов А.Н., д.ф.-м.н., профессор кафедры высшей математики
Российского государственного университета нефти и газа
им. И.М.Губкина

Лебедев К.А., д.ф.-м.н., профессор кафедры прикладной математики
факультета компьютерных технологий и прикладной
математики ФГБОУ ВО «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний по кинетике ионного обмена и массопереносу в ионных проводниках.

1.2 Задачи дисциплины

- сформировать у студентов знания о кинетике ионного обмена;
- сформировать знания о процессах переноса заряда и массы в растворах электролитов, расплавах и ионообменных материалах;
- обеспечить усвоение теоретических основ и закономерностей электромассопереноса в ионных проводниках;
- развить умения по использованию полученных знаний для описания электромассопереноса в различных мембранных устройствах;
- сформировать у студентов навыки самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 «Кинетика ионообменных процессов и массоперенос в ионных проводниках» является дисциплиной по выбору и входит в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 04.04.01 Химия. Изучение дисциплины проводится одновременно с изучением таких дисциплин, как «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов». При освоении данной дисциплины слушатели должны иметь знания по физической химии и электрохимии, умение работать с химической посудой и реактивами.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

- готовностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2).

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	готовностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	закономерности переноса заряда и массы в ионных проводниках	установить взаимосвязь между потоком заряда или вещества и силой, его вызывающей	основными понятиями и терминологией в области кинетики ионного обмена
2	ПК-2	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	количественные характеристики электромассопереноса	теоретически рассчитать и экспериментально определить потоки заряда и массы в ионных проводниках; проводить статистическую обработку	методиками исследования транспортных свойств ионообменных материалов, навыками представления полученных результатов в

№ п.п.	Индекс компете нции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
				полученных данных	виде кратких отчетов

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			9			
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):		72	72			
Занятия лекционного типа		36	36			
Лабораторные занятия		36	36			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-			
Иная контактная работа:						
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		107,8	107,8			
Проработка учебного (теоретического) материала		40	40			
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		30	30			
Подготовка к текущему контролю		37,8	37,8			
Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	час.	180	72			
	в том числе контактная работа	72,2	72,2			
	зач. ед	5	5			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Кинетика ионного обмена	38	6	-	12	20
2.	Поток вещества. Многообразие явлений переноса	26	6	-	-	20
3.	Движение ионов в электрическом поле	32	6	-	6	20
4.	Диффузия в ионных проводниках	32	6	-	6	20
5.	Электродиффузия	51,8	12	-	12	27,8
	Итого по дисциплине:		36	-	36	107,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Кинетика ионного обмена	Ионный обмен и сорбция: основные положения. Понятие полимерной матрицы, функциональной группы, фиксированного иона, противоиона и коиона. История развития ионного обмена. Техническая эволюция ионообменников и сорбентов.	Устный опрос
2	Поток вещества. Многообразие явлений переноса.	Основные понятия. Поток вещества. Условие электронейтральности. Уравнение материального баланса. Внешние силы в ионных проводниках. Фрикционная модель взаимодействия потоков. Развитие сил трения и их количественная оценка. Законы Ома и Фарадея применительно к ионным проводникам.	Устный опрос
3	Движение ионов в электрическом поле	Абсолютная скорость движения ионов. Удельная и эквивалентная электропроводность, числа переноса ионов.	Устный опрос
4	Диффузия в ионных проводниках	Законы Фика. Самодиффузия ионов. Уравнение Нернста-Эйнштейна. Электрическая сила диффузии. Диффузионный потенциал.	Устный опрос
5	Электродиффузия	Электродиффузионный перенос в растворах соли. Уравнение Нернста-Планка. Термодинамика неравновесных процессов для описания явлений переноса в ионных проводниках.	Тест

2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Кинетика ионного обмена	Определение скорости ионного обмена Определение лимитирующей стадии ионного обмена.	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы
2.	Движение ионов в электрическом поле	Определение удельной электропроводности ионообменных мембран контактным методом в зависимости от природы противоионов	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы
3.	Диффузия в ионных проводниках	Определение коэффициента диффузии электролитов в растворе с помощью системы ионит-раствор	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы
4.	Электродиффузия	Определение коэффициентов самодиффузии в ионообменных мембранах на основании кондуктометрических измерений. Измерение предельного тока в электромембранной системе.	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Подготовка отчета по лабораторной работе	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.
2.	Подготовка к устному опросу по теме «Кинетика ионного обмена»	1. Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика. Долгопрудный: Интеллект, 2010. 2. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: учебное пособие Краснодар, Кубанский гос. ун-т, 2017. 290 с.
3.	Подготовка к устному опросу по теме «Поток вещества. Многообразие явлений переноса»	1. Н.П. Гнусин, Н.А. Кононенко Электромассоперенос в ионных проводниках: Учебное пособие. Краснодар.: Куб.ГУ, 2014. 87 с. 2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Химия». Спб.: Лань. 2015. 2 шт. (0.04). https://e.lanbook.com/book/58166#authors
4.	Подготовка к тесту	1. Н.П. Гнусин, Н.А. Кононенко Электромассоперенос в ионных проводниках: Учебное пособие. Краснодар.: Куб.ГУ, 2014. 87с..
5.	Подготовка к зачету	1. Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика. Долгопрудный: Интеллект, 2010. 2. Мембранная электрохимия: учебное пособие для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровня бакалавриат и магистратура по направлениям подготовки 04.03.01 и 04.04.01 / [Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза и др.] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - [2-е изд., испр. и доп.]. - Краснодар : [Кубанский гос. университет], 2017. - 290 с 3. Н.П. Гнусин, Н.А. Кононенко Электромассоперенос в ионных проводниках: Учебное пособие. Краснодар.: Куб.ГУ, 2014. 87 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая

не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов. При проведении лекционных занятий используются мультимедийные презентации. В рамках практических и лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой педагогический опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимую коррекцию, как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

Семестр	Вид занятий (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
9	ЛР	Моделирование и визуализация явлений переноса в мембранных системах	8
9	ЛР	Моделирование и визуализация процессов, протекающих в условиях электродиффузии в мембранных системах	8
	Итого:		16

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Вопросы для устного опроса по теме 1 «Кинетика ионного обмена»

1. Каковы основные закономерности протекания ионного обмена?
2. Каков механизм ионного обмена?
3. Какие стадии лимитируют ионный обмен?
4. Какие экспериментальные методы изучения кинетики ионного обмена вы знаете?
5. В чем физический смысл полуэмпирических критериев Био и Гельфериха?
6. Каковы закономерности изотопного обмена?
7. Какая модель описывает изотопный обмен?
8. Чем отличается модель Адамсона-Гроссмана от модели Бойда?

Вопросы для устного опроса по теме 2 «Поток вещества. Многообразие явлений переноса»

1. Какие потоки могут возникать в мембранных системах?
2. Как называются процессы переноса под действием градиента концентрации вещества?
3. Какие потоки вызывает градиент концентрации давления?
4. Каков механизм переноса растворителя во внешнем электрическом поле?
5. В чем заключается условие электронейтральности?
6. Выполняется ли закон Ома в проводниках 2 рода?

Тест по теме 5 «Электродиффузия»

1. Причиной возникновения предельного состояния в электромембранной системе является:

- разные числа переноса ионов в растворе и мембране*
разная концентрация раствора по обе стороны мембраны
2. Причиной возрастания тока выше предельного в электромембранной системе является:
- селективность мембраны*
сопротивление мембраны
каталитическое действие функциональных групп
3. Как изменяется предельный ток с увеличением концентрации раствора в электромембранной системе?
- увеличивается*
уменьшается
не изменяется
4. Толщина диффузионного слоя зависит от:
- обменной емкости мембраны*
гидродинамического режима в системе
температуры раствора
5. Для расчета величины предельного тока используется уравнение:
- Фика*
Пирса
Нернста

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1 Вопросы для подготовки к зачету

1. Основные закономерности протекания ионного обмена.
2. Механизм ионного обмена. Лимитирующая стадия: гелевая и пленочная кинетика.
3. Экспериментальные методы изучения кинетики ионного обмена. Критерии Био и Гельфериха и их физический смысл.
4. Основные теории кинетики ионного обмена. Изотопный обмен, модель Бойда. Модель Адамсона-Гроссмана.
5. Внутريدиффузионная и смешаннодиффузионная кинетика.
6. Основные понятия. Поток вещества. Условие электронейтральности.
7. Уравнение материального баланса.
8. Законы Ома и Фарадея применительно к проводникам второго рода.
9. Внешние силы в проводниках второго рода.
10. Многообразие явлений переноса.
11. Фрикционная модель взаимодействия потоков.
12. Развитие сил трения и их количественная оценка.
13. Движение ионов в электрическом поле.
14. Удельная и эквивалентная электропроводность, числа переноса ионов.
15. Диффузия в проводниках второго рода. Законы Фика.
16. Самодиффузия ионов. Уравнение Нернста-Эйнштейна.
17. Электрическая сила диффузии. Диффузионный потенциал.
18. Электродиффузионный перенос в растворах соли.
19. Уравнение Нернста-Планка.
20. Термодинамика неравновесных процессов для описания явлений переноса в проводниках второго рода.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика. Долгопрудный: Интеллект, 2010.
2. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия; учебное пособие. Краснодар: КубГУ, 2017. - 290 с.

5.2 Дополнительная литература:

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Химия». Спб.: Лань. 2015. 2 шт. (0.04). <https://e.lanbook.com/book/58166#authors>.
2. Гнусин Н.П., Кононенко Н.А. Электромассоперенос в ионных проводниках: Учебное пособие. Краснодар, КубГУ, 2014. 87 с. Место хранения кафедра физической химии КубГУ.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.3. Периодические издания:

Журнал «Мембраны и мембранные технологии»
Журнал «Электрохимия»
"Журнал физической химии"

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Русское мембранное общество «Мембраны и мембранные технологии»:
<http://memtech.ru/index.php/ru/>
КубГУ, кафедра физической химии:
<http://www.kubsu.ru/University/departments/CHEM/physchem/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- работу с Интернет - источниками;
- подготовка к зачету.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, полученный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в рабочей программе дисциплины.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Выполнение лабораторных работ

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением. Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- ☐ название работы;
- ☐ заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- ☐ уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- ☐ расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень информационных технологий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint)

Программное обеспечение для слабовидящих.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ауд. 332с, 334с, 406с, 416с).
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория «Мембранного материаловедения» (ауд.345с), предназначенная для проведения практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Кинетика ионообменных процессов и массоперенос в ионных проводниках», укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения, снабжена демонстрационным стендом «Ионообменные материалы», руководствами для выполнения лабораторных работ и практических занятий, учебно-лабораторным оборудованием, реактивами для химического эксперимента. В необходимом количестве имеются химические реактивы и химическая посуда: стаканы, колбы, пипетки, бюретки для титрования, а также электрохимические ячейки: кондуктометрическая ячейка для измерения сопротивления растворов, ячейки для измерения сопротивления мембран контактным и разностным методами, диффузионная ячейка. В распоряжении лаборатории имеются лабораторные установки для исследования основных характеристик ионообменников, включающие приборы: потенциостат AUTOLAB PGSTAT302, насос многоканальный перистальтический Heidolph Pumpdrive 5001, мультиметры универсальные настольные, иономер-рН-метр. В лаборатории имеются весы аналитические и шейкер лабораторный LS110, а также установка «Мембранная вольтамперометрия». Имеются компьютеры для обработки экспериментальных данных на лабораторных занятиях.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ауд. 332с, 334с, 343с).
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ауд.345с).
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд.329с).