

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
Ястребинский Р.Н.
« 16 » _____ 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Химическая технология керамики и огнеупоров

направление подготовки (специальность):

18.03.01 Химическая технология

Направленность программы (профиль, специализация):

Химическая технология стекла и керамики

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт **Химико-технологический**

Кафедра **Технологии стекла и керамики**

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», утвержденный приказами Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 922 от 7 августа 2020 г. и приказа об изменении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 83 от 8 февраля 2021 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  (Н.С. Бельмаз)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ТСК

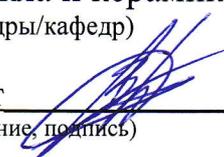
«17» мая 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.А. Дороганов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Химической технологии стекла и керамики

(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.А. Дороганов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 17 » мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией ХТИ

« 15 » 05 20 21 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доц.  (Л.А. Порожнюк)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные			
Научно-исследовательский	ПК-1. Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий	ПК-1.5. Использует физико-химические закономерности формирования коагуляционных и конденсационных структур, их реологические характеристики, закономерности физико-химических процессов для разработки технологических параметров производства керамических и огнеупорных материалов, прогнозирования их свойств.	<p>Знать: характер взаимодействия сырьевых материалов с технологическими средами в процессе подготовки, формования и тепловой обработки керамических и огнеупорных материалов и изделий;</p> <p>Уметь: использовать физико-химические закономерности формирования коагуляционных и конденсационных структур, их реологические характеристики, закономерности физико-химических процессов в силикатных (алюмосиликатных) и оксидных системах для разработки технологических параметров производства керамических и огнеупорных изделий;</p> <p>Владеть: теоретическими методами описания физико-химических процессов получения керамики и огнеупоров на основе закономерных взаимосвязей между химическим и минералогическим составами исходного сырья, структурой и свойствами готовых материалов и изделий.</p>
Технологический	ПК-2 Способен обеспечивать проведения технологии формообразования и обработку изделий в соответствии с технической документацией	ПК-2.4. Рассчитывает и составляет сырьевую шихту, анализирует химико - минералогический и фазовый состав материалов, устанавливает причины изменения свойств от технологических условий, вносит коррективы в технологический процесс.	<p>Знать: принципы выбора сырьевых материалов и технологических решений для получения керамических и огнеупорных изделий с учетом влияния климатических и природных условий;</p> <p>Уметь: осуществлять планирование и организацию технологических процессов производства керамических и огнеупорных материалов с учетом качества исходного сырья и требований к конечной продукции;</p> <p>Владеть: методами теоретического и экспериментального изучения физико-химических свойств и закономерностей получения керамики, огнеупоров и композитов на их основе.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1. Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий¹

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ²
1	Дисциплина 1 Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов
2	Дисциплина 2 Научно-исследовательская работа
3	Дисциплина 3 Минералогия и кристаллография
4	Дисциплина 4 Компьютерная обработка данных
5	Дисциплина 5 Теоретические основы материаловедения
6	Дисциплина 6 Химическая технология стекла и стеклокристаллических материалов
7	Дисциплина 7 Химическая технология керамики и огнеупоров
8	Дисциплина 8 Технология неорганических покрытий
9	Дисциплина 9 Контроль производства и качества стекла и керамики

2. Компетенция ПК-2 Способен обеспечивать проведения технологии формообразования и обработку изделий в соответствии с технической документацией

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Дисциплина 1 Механическое оборудование керамических и стекольных заводов
2	Дисциплина 2 Метрология, стандартизация и сертификация
3	Дисциплина 3 Тепловые процессы в технологии стекла и керамики
4	Дисциплина 4 Химическая технология стекла и стеклокристаллических материалов
5	Дисциплина 5 Химическая технология керамики и огнеупоров
6	Дисциплина 6 Контроль производства и качества стекла и керамики
7	Дисциплина 7 Технология огнеупоров и жаростойких бетонов
8	Дисциплина 8 Технология тарного и художественного стекла
9	Дисциплина 9 Технология теплоизоляционных материалов
10	Дисциплина 10 Технология строительной и художественной керамики
11	Дисциплина 11 Технология художественной обработки стекла и стеклоизделий
12	Дисциплина 12 Технология архитектурно-строительного стекла
13	Дисциплина 13 Использование стекла в строительстве
14	Дисциплина 14 Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
15	Дисциплина 15 Производственная преддипломная практика

¹ Повторить пункт 1 для каждой компетенции, которые выбраны в разделе 1 рабочей программы

² В таблице должны быть представлены все дисциплин и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зач. единиц, 288 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки³:

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачет, экзамен
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы ⁴	Всего часов	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	288	132	156
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	125	71	54
лекции	68	34	34
лабораторные	51	34	17
практические	-	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ⁵	6	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	163	64	99
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Расчетно-графическое задание	18	-	18
Индивидуальное домашнее задание			
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	109	64	45
Экзамен	36	-	36

³ если дисциплина не реализуется в рамках практической подготовки – предложение убрать

⁴ в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

⁵ включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ⁶
1. Введение					
	Содержание и задача дисциплины. Определение термина «керамика». Классификация керамики по производственно-отраслевому признаку. Пригодность различных видов керамики для службы в различных условиях - как функция совокупности ее свойств.	2	-	-	2
2. Глины и минералы					
	Определение термина «глина». Глины и их классификация. Каолининовая группа глинистых минералов. Строение и свойства каолинита. Акад. Вернадский В.И. и его теория о строении гидроалюмосиликатов. Монтмориллонитовая группа глинистых минералов. Строение и свойства монтмориллонита. Гидрослоуды (иллиты): строение и свойства.	4	-	-	2
3. Коллоидно-химические, структурно-механические и реологические свойства системы глина-вода					
	Строение системы глина-вода. Водные свойства глин: влагоемкость и набухание, котракция и размокание. Взаимодействие глин с электролитами. Влияние величины дзета-потенциала на реологические свойства глинистых суспензий. Механические свойства глин: пластичность и формуемость. Суспензии из высокоогнеупорных оксидов: особенность их стабилизации и разжижения. Реологические свойства суспензий на основе глинозема в зависимости от их влажности и значения pH. Горячее литье шликеров из высокоогнеупорных оксидов.	4	-	20	24
4. Основы процессов технологии керамики и огнеупоров					
4.1	Основные переделы керамического производства. Значение предварительной подготовки сырьевых материалов. Измельчение сырьевых материалов в технологии керамики и огнеупоров. Характеристика стадий подготовки масс и формования полуфабриката. Назначение и основные методы удаления временной связки.	4	-	14	16

⁶ Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

	Особенности стадии обжига изделий.				
4.2	Роль зернового состава и особенности его подбора для керамических и огнеупорных масс. Влияние размера зерен сырьевых компонентов на технологический процесс и структуру обожженных изделий. Средний размер зерен и гранулометрический состав керамических масс. Основные закономерности укладки сыпучих материалов и их влияние на плотность керамических и огнеупорных материалов. Плотные упаковки: непрерывные и прерывные.	4	-	-	4
5.	Физико-химические основы формирования фазового состава керамических и огнеупорных материалов				
5.1	Система Si – O. Диоксид кремния и его наиболее важные модификации. Важнейшие соединения кремния: силикаты, карбиды, силициды и сиалоны. Кварц. Основные полиморфные модификации и их физико-химические свойства. Керамические материалы системы Si – O. Виды и назначение минерализаторов, влияние на фазовый состав динасовых изделий. Обоснование выбора соотношения известь- и железосодержащих добавок в динасовых массах. Микроструктура, минеральный состав и приоритетные свойства динасовых огнеупоров	4	-	-	4
5.2	Система Al – O. Алюминий и его наиболее важные кислородные соединения. Распространение в природе и основные методы получения Al_2O_3 в промышленности; использование в современной технике. Фазовые равновесия в системе Al – O. Керамические и огнеупорные материалы системы Al – O. Характеристика технического глинозема и корунда. Влияние структуры и фазового состава на приоритетные свойства высокоглиноземистых огнеупоров	4	-	-	4
5.3	Система Al_2O_3 – SiO_2. Керамические и огнеупорные материалы алюмосиликатного состава. Материаловедческий анализ диаграммы Al_2O_3 – SiO_2 как основы технологии алюмосиликатных керамических материалов. Состав, температура и характер плавления муллита. Превращения каолинита при нагревании. Состав продуктов дегидратации каолинита по В.И. Вернадскому и А. Ле Шателье. Твердые растворы муллита. Твердофазные реакции муллитообразования. Вторичный муллит и его влияние на свойства муллитовых и муллитокорундовых огнеупоров.	4	-	-	4
5.4	Система K_2O - Al_2O_3 - SiO_2 как основа технологии фарфоро - фаянсовых изделий. Материаловедческий анализ диаграмм состояния систем K - Al - S как основы технологии тонкой и строительной керамики алюмосиликатного составов. Состав, строение и свойства силикатных расплавов Физико-химические превращения при нагревании фарфоровых масс. Структура, минеральный состав фарфора, влияние на химическую стойкость, белизну и просвечиваемость изделий	4	-	-	4

	ВСЕГО	34	-	34	64

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
6.	Физико-химические основы формирования фазового состава огнеупорных изделий и жаростойких бетонов				
6.1	Химия керамики и огнеупоров на основе MgO. Керамические и огнеупорные материалы основного состава. Материаловедческий анализ диаграммы MgO – CaO - Fe ₂ O ₃ - SiO ₂ как основы технологии периклазовых огнеупоров. Процессы при обжиге масс на основе спеченного периклаза. Минеральный состав и свойства периклазовых огнеупоров, связь с эксплуатационными характеристиками. Материаловедческий анализ диаграмм состояния MgO-Al ₂ O ₃ и MgO-Cr ₂ O ₃ как основы технологии перилазошпинелидных огнеупоров и керамики на основе шпинелей. Форстерит и кордиерит: особенности синтеза и приоритетные свойства керамик на их основе.	8	-	5	10
6.2	Химия плавящихся огнеупорных материалов и изделий. Электроплавка огнеупоров. Влияние вязкости расплавов на технологию получения плавящихся огнеупоров. Процессы при электроплавке огнеупоров. Полиморфные модификации диоксида циркония и их свойства. Физико-химические процессы при получении керамик на основе диоксида циркония. Материаловедческий анализ системы Al ₂ O ₃ - ZrO ₂ - SiO ₂ - основа технологии получения бадделеитокорундовых (бакоровых) огнеупоров. Сырьевые материалы. Минеральный состав и свойства бакоровых огнеупоров.	6	-	-	6
6.3	Химия огнеупорных бетонов. Определение термина «огнеупорный бетон». Общие понятия об огнеупорных бетонах: безобжиговые изделия и неформованные огнеупоры. Применение огнеупорных бетонов в промышленности. Классификация вяжущих для огнеупорных бетонов и их характеристика. Огнеупорные цементы и их характеристика. Особенности формирования структуры огнеупорных бетонов в процессе твердения и при эксплуатации. Композиционное вяжущее системы Na ₂ O - MgO - SiO ₂ , как основа для изготовления высококачественных керамобетонов на основе периклаза. Высокоглиноземистый керамобетон на	20	-	12	35

	композиционном вяжущем.				
	ВСЕГО	34		17	51

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ⁷	
семестр № 5					
1	Коллоидно-химические, структурно-механические и реологические свойства системы глина-вода	Определение водозатворяемости глинистых материалов	3	3	
2		Определение числа пластичности глин	4	4	
3		Определение пластической прочности керамических масс	4	4	
4		Определение вязкости и загустеваемости керамических шликеров	4	4	
5		Определение скорости набора массы из керамических шликеров	4	4	
6		Определение чувствительности глин к сушке	4	4	
7		Основы процессов технологии керамики и огнеупоров	Определение усадки глин и керамических масс при сушке и обжиге	4	4
8			Определение пористости, водопоглощения и средней плотности керамических изделий	4	4
9			Определение механической прочности керамических изделий	3	3
ИТОГО:			34	34	
семестр № 6					
1	Физико-химические основы формирования фазового состава огнеупорных изделий и жаростойких бетонов	Прессуемость пресс-порошка	5	5	
2		Определение прочности огнеупорных бетонов по контрольным образцам	4	4	
3		Определение термической стойкости огнеупорных бетонов на образцах	4	4	
4		Определения истираемости огнеупорных бетонов	4	4	
ИТОГО:			17	17	
ВСЕГО:			51	51	

4.4. Содержание курсового проекта/работы⁸

Не предусмотрено учебным планом

⁷ Количество часов самостоятельной работы для подготовки к лабораторным занятиям

⁸ Если выполнение курсового проекта/курсовой работы нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий⁹

Студенты выполняют 1 расчетно-графическое задание, состоящее из четырех теоретических вопросов и расчетного задания из 2-х частей.

Часть 1. Технологические расчеты сырьевых материалов:

- 1) Приведение химического состава сырья к 100%;
- 2) Определить рациональный состав глинистого сырья по его химическому составу;
- 3) Оценить технологическое назначение глинистого сырья по А.И. Августинику;
- 4) Оценить фазовый состав обожженного глинистого сырья графическим и аналитическим методами;
- 3) Рассчитать сырьевую смесь для получения портландцемента по коэффициенту насыщения $KН = 0,88$;
- 4) Рассчитать минералогический состав портландцементного клинкера графическим и аналитическим методами.

Часть 2. Формулы для расчета состава материалов и их использование:

- 1) Пересчитать химический состав эмали или стекла из массовых процентов в молярные;
- 2) Произвести проверку предыдущего расчета путем перерасчета состава из молекулярных процентов в массовые;
- 3) Представить состав в виде формулы Зегера и решить обратную задачу - рассчитать химический состав материала по его молекулярной формуле;
- 4) Определить термический коэффициент линейного расширения эмали или стекла методом Аппена.

В процессе выполнения расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

⁹ Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-1. Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий¹⁰

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.5. Использует физико-химические закономерности формирования коагуляционных и конденсационных структур, их реологические характеристики, закономерности физико-химических процессов для разработки технологических параметров производства керамических и огнеупорных материалов, прогнозирования их свойств.	Экзамен, защита РГЗ, защита лабораторных работ, устный опрос.

2 Компетенция ПК-2 Способен обеспечивать проведения технологии формообразования и обработку изделий в соответствии с технической документацией

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.4. Рассчитывает и составляет сырьевую шихту, анализирует химико - минералогический и фазовый состав материалов, устанавливает причины изменения свойств от технологических условий, вносит коррективы в технологический процесс.	Экзамен, защита РГЗ, защита лабораторных работ, устный опрос.

¹⁰ Повторить пункт 1 для каждой компетенции, закрепленной в разделе 1.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение	Определение термина «керамика». Керамические материалы и их классификация.
2	Глины и минералы	Определение термина «глина». Глины и их классификация.
		Каолинитовая группа глинистых минералов. Строение и свойства каолинита. Акад. Вернадский В.И. и его теория о строении гидроалюмосиликатов.
		Глины и их классификация. Примеси в глинах и их технологическое значение.
3	Коллоидно-химические, структурно-механические и реологические свойства системы глина-вода	Строение системы глина-вода
		Водные свойства глин – влагоемкость, набухание и контракция.
		Влияние величины дзета-потенциала на реологические свойства глинистых суспензий.
		Способы регулирования реологических свойств глинистых литейных суспензий. Механизм действия электролитов и ПАВ.
		Механические свойства глинистых масс – пластичность и формруемость.
4	Основы процессов технологии керамики и огнеупоров	Основные закономерности укладки сыпучих материалов и их влияние на плотность керамических и огнеупорных материалов. Виды плотных упаковок: непрерывные и прерывные.
		Переделы технологического процесса керамического производства. Характеристика стадии удаления временной связки (сушка полуфабриката).
		Переделы технологического процесса керамического производства. Характеристика стадии обжига керамики и огнеупоров.
5	Физико-химические основы формирования фазового состава керамических и огнеупорных материалов	Система Si – O. Диоксид кремния и его наиболее важные модификации
		Кремний. Распространение в природе и использование в современной технике. Важнейшие соединения кремния: оксиды и силикаты.
		Полиморфизм диоксида кремния и его влияние на процесс обжига керамики и огнеупоров.
		Керамические и огнеупорные материалы системы Si – O: керамика из кварцевого стекла и динасовые огнеупоры.
		Система Al – O. Алюминий и его наиболее важные кислородные соединения
		Оксид алюминия (Al ₂ O ₃). Распространение в природе и основные методы получения его в промышленности; использование в современной технике.
		Бокситы и нефелиновые породы - как сырье для получения технического глинозема. Характеристика технического глинозема и электроплавленного корунда.
		Система Al ₂ O ₃ – SiO ₂ . Керамические и огнеупорные материалы алюмосиликатного состава

5	Физико-химические основы формирования фазового состава керамических и огнеупорных материалов	Материаловедческий анализ диаграммы $Al_2O_3 - SiO_2$, как основы технологии алюмосиликатных керамических и огнеупорных материалов и изделий.
		Особенности фазообразования в системе $Al_2O_3 - SiO_2$. Муллит и его твердые растворы. Состав, температура и характер плавления муллита.
		Каолинит. Строение, свойства и изменения при его нагревании. Состав продуктов дегидратации каолинита по В.И. Вернадскому и А.Л. Ле Шателье.
		Превращения каолинита при нагревании. Диаграмма проф. Соколова А.М. и его взгляды на строение продукта дегидратации каолинита.
		Синтез муллита из оксидов алюминия и кремния, а также при взаимодействии глинозема с каолином.
		Система $K_2O - Al_2O_3 - SiO_2$ как основа технологии фарфоро – фаянсовых изделий
		Краткий физико-химический анализ системы $K_2O-Al_2O_3 - SiO_2$. Общая характеристика минералов группы полевых шпатов. Особенности их использования в технологии фарфора и фаянса.
		Состав, строение и свойства силикатных и алюмосиликатных расплавов.
		Физико-химические превращения при обжиге фарфорофаянсовых изделий. Образование полевошпатового расплава, рост кристаллов «первичного» и "вторичного" муллита.
6	Физико-химические основы формирования фазового состава огнеупорных изделий и жаростойких бетонов	Сырье для производства периклазовых огнеупоров. Виды магнезиального сырья.
		Влияние температуры обжига, примесей оксидов железа, кальция и кремния на процесс спекания периклаза и его свойства.
		Материаловедческий анализ диаграммы $MgO - CaO - Fe_2O_3 - SiO_2$ как основы технологии периклазовых огнеупоров.
		Процессы формирования структуры периклазовых огнеупоров. Твердофазные реакции MgO с оксидами примесных минералов: FeO , Fe_2O_3 и Al_2O_3 .
		Огнеупоры и керамика системы $MgO-O$. Технология керамики на основе периклаза.
		Огнеупоры и керамика системы $MgO-Cr_2O_3$. Технология периклазохромитовых огнеупоров.
		Фрагментаризация структуры периклазохромитовых огнеупоров для повышения их термостойкости.
		Материаловедческий анализ диаграммы состояния $MgO-Al_2O_3$ как основы технологии перилазошпинельных огнеупоров и керамики на основе магнезиальной шпинели.
		Огнеупоры и керамика системы $MgO-Al_2O_3$. Технология керамики на основе магнезиальной шпинели.
		Огнеупоры и керамика системы $MgO-SiO_2$. Технология форстеритовых огнеупоров.
Керамика системы $MgO-Al_2O_3-SiO_2$. Технология кордиеритовой керамики.		
		Фасонная керамика для стекловаренных печей.
		Материаловедческий анализ системы $Al_2O_3-ZrO_2-SiO_2$, как основы для получения электроплавленных огнеупоров.

6	Физико-химические основы формирования фазового состава огнеупорных изделий и жаростойких бетонов	Процессы, протекающие при электроплавке огнеупоров: влияние вязкости расплавов на технологию получения плавящихся огнеупоров.
		Плавнелитые бадделеитокорундовые (бакоровые) огнеупоры.
		Технология электроплавящего высокоглиноземистого цемента.
		Определение термина «огнеупорный бетон». Общие понятия об огнеупорных бетонах: безобжиговые изделия и неформованные огнеупоры.
		Применение огнеупорных бетонов в промышленности. Состояние и перспективы производства безобжиговых огнеупоров в России и за рубежом.
		Заполнители для бетонов высшей огнеупорности: электроплавящийся корунд и стабилизированный диоксид циркония, плавящийся периклаз и алюмомагнезиальная шпинель.
		Классификация вяжущих для огнеупорных бетонов. Огнеупорные цементы и их характеристика.
		Виды огнеупорных цементов и их характеристика: глиноземистый и высокоглиноземистый.
		Связки для силикатных вяжущих: жидкое стекло, этилсиликат и кремне-гель нейтральный.
		Связки для фосфатных вяжущих: ортофосфорная кислота и ее соли.
		Связки для фосфатных вяжущих: глинистофосфатная связка, триполифосфат и полифосфат натрия.
		Химические связки для сульфатно-хлоридных вяжущих: водные растворы хлоридов и сульфатов алюминия, магния и железа.
		Противоусадочные добавки к огнеупорным бетонам: кварцит и корунд, оксид хрома и минералы силлиманитовой группы.
		Постоянство объема - основное требование к огнеупорным бетонам. Прочностные характеристики огнеупорных бетонов. Коэффициент разупрочнения.
		Гидратация минералов портландцемента. Процессы при нагревании цементного камня.
		Основные минералы глиноземистого и высокоглиноземистого цементов. Схема гидратации алюмината кальция.
		Продукты гидратации высокоглиноземистого цемента и их влияние на прочностные характеристики огнеупорных бетонов.
Управление процессом твердения силикатных вяжущих. Связки на жидком стекле с кремнефтористым натрием или с феррохромовым шлаком.		
Особенности формирования структуры огнеупорных бетонов в процессе твердения и при эксплуатации.		
Композиционные системы $\text{Na}_2\text{O} - \text{MgO} - \text{SiO}_2$, как основа для изготовления высококачественных керамобетонов на основе периклаза.		

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра при проведении и выполнении лабораторных работ и расчетно-графического задания.

Лабораторные работы. В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, приведены понятия и определения основных свойств керамических и огнеупорных материалов и изделий, а также методики по их определению при выполнении лабораторных работ.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования (устного опроса) преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

Примерный перечень контрольных вопросов для собеседования

№	Тема лабораторной работы	Примерные контрольные вопросы
1	Лабораторная работа №1 Определение водозатворяемости глинистых материалов	Строение системы глина-вода. Вещественный состав пластичных формовочных масс. Факторы определяющие свойства формовочных масс. Нормальная консистенция глиносодержащей формовочной массы.
2	Лабораторная работа №2 Определение числа пластичности глин	Определение термина «пластичность». Факторы, определяющие пластичность глин. Отличие хрупкого и вязкотекучего состояния глин от пластичного. Способы пластического формования, применяемые в керамической технологии.
3	Лабораторная работа №3 Определение пластической прочности керамических масс	Пластические формовочные массы как высококонцентрированные суспензии дисперсных минеральных частиц. Пластические формовочные массы как коагуляционные структуры. Факторы, обуславливающие пластичность керамических масс на основе глин и каолинов.
4	Лабораторная работа №4 Определение вязкости и загустеваемости керамических шликеров	Концентрированные суспензии, применяемые для всех процессов керамического литья. Общие требования к керамическим шликерам: однородность и агрегативная устойчивость и хорошая текучесть при достаточной концентрации твердой фазы. Физико-химические способы воздействия на систему (шликер), обеспечивающие снижение вязкости без значительного разбавления жидкостью.
5	Лабораторная работа №5 Определение скорости набора массы из керамических шликеров	Основные способы литья из водных керамических шликеров. Регулирование литейных свойств глиносодержащих шликеров. Ионообменные и адсорбционные явления на поверхности глинистых частиц. Технологические характеристики шликера: загустеваемость, скорость набора массы, остаточная влажность и прочность отливки.
№	Тема лабораторной работы	Примерные контрольные вопросы
6	Лабораторная работа №6 Определение чувствительности глин к сушке	Удаление временной связи из керамического полуфабриката. Факторы, определяющие допустимую скорость сушки: усадочные явления и объемные изменения полуфабриката; перепад влажности и допустимая скорость сушки. Коэффициент влагопроводности и общая длительность безопасной сушки.

7	Лабораторная работа №7 Определение усадки глин и керамических масс при сушке и обжиге	Определение терминов «воздушная усадка» и «огневая усадка». Воздушная и огневая усадки керамических масс как факторы для оценки их поведения в процессах сушки и обжига. Объемные изменения в обжиге как функция от пористости, плотности и изменения массы материала.
8	Лабораторная работа №8 Определение пористости, водопоглощения и средней плотности керамических изделий	Дайте характеристику основных свойств керамических материалов: истинная плотность; средняя плотность; относительная плотность; насыпная плотность; пористость; удельная поверхность; водопоглощение (по массе и по объему).
9	Лабораторная работа №9 Определение механической прочности керамических изделий	Дайте характеристику основных свойств строительных материалов: прочность; удельная прочность; пластичность; упругость; хрупкость; твердость; истираемость; теплопроводность; теплоемкость; огнеупорность.
10	Лабораторная работа №10 Прессуемость пресс-порошка	Характеристика керамических пресс-порошков: содержание временной связки; насыпная плотность; зерновой состав и сыпучесть пресс-порошков. Процессы, происходящие при прессовании. Упругое расширение прессовки и его основные причины. Распределение давления и плотности в теле прессовки. Перепрессовка – характерный дефект полуфабриката и пути ее устранения.
11	Лабораторная работа №11 Определение прочности огнеупорных бетонов по контрольным образцам	Формирование физико-механических свойств огнеупорных бетонов. Основные требования к огнеупорным бетонам: постоянство объема, оптимальная прочность в температурном интервале службы и ограниченная деформация при спекании. Коэффициент разупрочнения (упрочнения) огнеупорных бетонов.
12	Лабораторная работа №12 Определение термической стойкости огнеупорных бетонов на образцах	Определение термина «Термическая стойкость». Процессы, вызывающие термическое разрушение огнеупорных бетонов: напряжения I и II рода. Основные факторы, обеспечивающие высокую термическую стойкость огнеупорным изделиям.
13	Лабораторная работа №13 Определения истираемости огнеупорных бетонов	Определение термина «Износостойкость». Факторы, определяющие износоустойчивость керамических и огнеупорных материалов. Особенность термомеханических свойств огнеупорных бетонов.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета и защите расчетно-графического задания используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично¹¹.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание принцип выбора сырьевых материалов и технологических решений для получения керамических и огнеупорных изделий с учетом влияния климатических и природных условий.
	Знание характера взаимодействия сырьевых материалов с технологическими средами в процессе подготовки сырьевых композиций, формования полуфабриката, сушки и обжига керамических и огнеупорных материалов и изделий.
Умения	Умение использовать закономерности формирования коагуляционных и конденсационных структур, закономерности физико-химических процессов в алюмосиликатных и оксидных системах для разработки технологических параметров производства керамических и огнеупорных изделий.
	Умение осуществлять планирование и организацию технологических процессов производства керамических и огнеупорных материалов с учетом качества исходного сырья и требований к конечной продукции.
Навыки	Владение методами теоретического и экспериментального изучения физико-химических свойств и закономерностей получения керамики, огнеупоров и композитов на их основе.
	Владение теоретическими методами описания физико-химических процессов получения керамики и огнеупоров на основе закономерных взаимосвязей между химическим и минералогическим составами исходного сырья, структурой и свойствами готовых материалов и изделий.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

¹¹ В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание принципов выбора сырьевых материалов и технологических решений для получения керамических и огнеупорных изделий с учетом влияния климатических и природных условий.	Не знает принципов выбора сырьевых материалов и технологических решений для получения керамических и огнеупорных изделий, не может правильно ответить на дополнительные вопросы.	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера. Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильно формулирует принципы выбора сырьевых материалов и технологических решений для получения керамики и огнеупоров.	Знает основные принципы выбора сырьевых материалов и технологических решений для получения керамических и огнеупорных изделий с учетом влияния природных условий, но допускает несущественные неточности при ответах на вопросы.	Знает содержание курса полностью, без пробелов; исчерпывающе, четко и логически стройно излагает основные принципы выбора сырьевых материалов и технологических решений для получения керамических и огнеупорных изделий с учетом природных условий.
Знание характера взаимодействия сырьевых материалов с технологическими средами в процессе подготовки сырьевых композиций, формования полуфабриката, сушки и обжига керамических и огнеупорных материалов и изделий.	Пробелы в теоретическом освоении курса носят существенный характер. Обучающийся неправильно формулирует принципы взаимодействия сырьевых материалов с технологическими средами и допускает существенные неточности при ответах на вопросы.	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера. Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильно формулирует принципы взаимодействия сырьевых материалов с технологическими средами.	Обучающийся знает основные принципы взаимодействия сырьевых материалов с технологическими средами в процессе производства керамических и огнеупорных изделий, но допускает несущественные неточности при ответах на вопросы.	Обучающимся содержание курса освоено полностью, без пробелов, четко излагает основные принципы взаимодействия сырьевых материалов с технологическими средами в процессе подготовки сырьевых композиций, сушки и обжига керамики и огнеупоров, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы

Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение осуществлять планирование и организацию технологических процессов производства керамических и огнеупорных материалов с учетом качества исходного сырья и требований к конечной продукции.	Не умеет осуществлять планирование технологических процессов производства керамики и огнеупоров с учетом качества исходного сырья и требований к конечной продукции, не может правильно ответить на дополнительные вопросы.	Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильно умеет указать, какие закономерности лежат в основе производства керамики и огнеупоров, наблюдаются нарушения логической последовательности при описании экспериментальных исследований.	Обучающийся умеет указать, какие закономерности лежат в основе производства керамики и огнеупоров с учетом качества сырья и требований к готовым изделиям, но допускает несущественные неточности в ответе на вопрос; пользуется приборами для проведения экспериментов	Обучающийся умеет осуществлять планирование технологических процессов производства керамики и огнеупоров с учетом качества исходного сырья и требований к конечной продукции, свободно пользуется приборами и оборудованием для проведения экспериментальных исследований.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы

Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение методами теоретического и экспериментального изучения физико-химических свойств и закономерностей получения керамики, огнеупоров и композитов на их основе.	Не владеет методами теоретического и экспериментального изучения физико-химических свойств и закономерностей получения керамики и огнеупоров, не может правильно ответить на дополнительные вопросы.	Обучающийся имеет навыки применения методов экспериментального изучения технических свойств и технологических закономерностей получения керамики и огнеупоров, но допускает ошибки и неточности в интерпретировании и обработке результатов эксперимента,	Обучающийся имеет достаточные навыки применения методов экспериментального изучения физико-химических свойств и закономерностей получения керамики и огнеупоров, имеет навыки обработки и интерпретирования результатов эксперимента, но допускает несущественные неточности.	Обучающийся уверенно и четко применяет методы теоретического и экспериментального изучения физико-химических свойств и закономерностей получения керамики, огнеупоров и композитов на их основе, имеет навыки обработки и интерпретирования результатов эксперимента
Владение теоретическими методами описания физико-химических процессов получения керамики и огнеупоров на основе законо-	Не владеет теоретическими методами описания физико-химических процессов получения керамики и огнеупоров на основе законо-	Обучающийся имеет навыки применения методов экспериментального изучения технических свойств и технологических закономерностей	Обучающийся имеет достаточные навыки применения методов экспериментального изучения свойств и закономерностей получения керами-	Обучающийся уверенно и четко применяет теоретические методы описания процессов получения керамики и огнеупоров на основе законо-

мерных взаимосвязей между химическим и минералогическим составами исходного сырья, структурой и свойствами готовых материалов и изделий.	мерных взаимосвязей между химическим и минералогическим составами исходного сырья, структурой и свойствами готовых материалов и изделий.	получения керамики и огнеупоров, но допускает ошибки и неточности в интерпретировании и обработке результатов. эксперимента,	ки и огнеупоров, имеет навыки обработки результатов эксперимента, но допускает несущественные неточности.	взаимосвязей между химическим составом сырья, структурой и свойствами готовых изделий, имеет навыки обработки и интерпретирования результатов эксперимента
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	УК2 122	микроскоп МБУ-4, Биолам -1И; иономер ЭВ-76;
	УК2 124	Прибор для исследования реологических характеристик пластических масс и шликеров вискозиметр Реотест-2, центрифуга high speed centrifuge type: 3,0; сушильные шкафы, весы технические Ohus для гидростатического взвешивания, весы технические МИДЛ.
	УК2 126	Гидравлические пресса 10-50 тонн для проведения физико-механических испытаний и формования образцов, пластометр Ребиндера, прибор Иванова, игла Вика
	УК2 128	Термические печи и муфели, обеспечивающие температуру обжига до 1450 ⁰ С, консисометр Гепшлера
	УК2 004	вибростенд, дробилка щековая, бегуны, шаровые мельницы
	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020

		Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. проф. И.Я. Гузмана. М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. 496 с.
2. Бельмаз, Н.С. Химическая технология керамики и огнеупоров: учебное пособие/ Бельмаз Н.С.- [Электронный ресурс]. – Белгород: Из-во БГТУ, 2020.
3. Бельмаз Н.С. Методические указания к выполнению расчетно-графического задания по дисциплине " Химическая технология керамики и огнеупоров" для студентов очной, заочной и дистанционной форм обучения. / сост. Н.С. Бельмаз. - [Электронный ресурс]. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2022.
4. Бельмаз Н.С. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу " Химическая технология керамики и огнеупоров" для студентов очной, заочной и дистанционной форм обучения. / сост. Н.С. Бельмаз. - [Электронный ресурс]. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2022.

6.4. Перечень интернет-ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система «Лань»	http://e.lanbook.com
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Официальный сайт компании "КонсультантПлюс"	http://www.consultant.ru/
Электронный журнал «Информационный бюллетень – нормирование и стандартизация в строительстве»	http://www.snip.ru/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru/
Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова	http://elib.bstu.ru/

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ¹²

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями¹³

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

¹² Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

¹³ Нужно подчеркнуть