

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор химико-технологического  
института

Павленко В.И.

" 15 "

03 2016 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Планирование и обработка результатов исследований**

направление подготовки (специальность):

18.04.01 Химическая технология

Направленность программы (профиль, специализация):

Химическая технология стекла и керамики

Квалификация

магистр

Форма обучения

Очная

Институт: химико-технологический

Кафедра: Технологии стекла и керамики

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 18.04.01 "Химическая технология" утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «21» ноября 2014 г. № 1494
- Плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель: к.т.н., доцент  (Е.А. Дороганов)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Технологии стекла и керамики

/Заведующий кафедрой  Е.И. Евтушенко

« 1 » 03 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Технологии стекла и керамики

« 1 » 03 2016 г., протокол № 8

/Заведующий кафедрой  (Евтушенко Е.И.)

Рабочая программа одобрена методической комиссией ХТИ

« 15 » 05 2016 г., протокол № 7

Председатель  (Порожнюк Л. А.)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
	ОПК-4	Готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основы методов оценки результатов исследований</p> <p><b>Уметь:</b> правильно классифицировать и находить научно-техническую информацию в области проектирования, технологии и эксплуатации электронных средств</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения современных программных средств</p>
Профессиональные			
2	ПК-3	Способность использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> способы представления научно-технической информации</p> <p><b>Уметь:</b> правильно оформлять результаты исследований в области проектирования, технологии и эксплуатации электронных средств</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа научной информации в своей предметной области знания, навыками работы в текстовых процессорах, электронных таблицах, базах данных, системах подготовки презентаций и современных прикладных программах</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Современные проблемы науки и практики в химической технологии

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Научно-исследовательская практика
2	Преддипломная практика
3	Организация и внедрение результатов научных исследований

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	51	51
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	93	93
Курсовой проект		
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	57	57
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)		зачет

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 2 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Методология математического моделирования					
	Концепция последовательного усложнения разрабатываемой модели. Особенности выявления существенных факторов сложного процесса. Выявление факторов, оказывающих влияние на функцию отклика с помощью	4	6		12

	метода ранговой корреляции. Применение дисперсионного анализа для выявления факторов, оказывающих влияние на функцию отклика проводимого эксперимента Методы насыщенных и сверхнасыщенных планов для выявления доминирующих факторов.				
<b>2. Активный эксперимент</b>					
	Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Центральные композиционные планы.	5	12		18
<b>3. Пассивный эксперимент</b>					
	Проведение пассивного эксперимента в производственных условиях и информативность его результатов. Факторный анализ. Метод главных компонентов. Временные ряды. Планирование и обработка результатов пассивного эксперимента методами регрессионного анализа.	5	12		17
<b>4. Методы оптимизации</b>					
	Метод Гаусса-Зайделя. Градиентные методы. Метод крутого восхождения. Симплексный метод.	3	6		10
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>34</b>		<b>57</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 2_				
1	Методология математического моделирования	Экспериментальный анализ случайной величины. Проверка статистических гипотез. Метод ранговой корреляции. Однофакторный дисперсионный анализ . Двухфакторный и трехфакторный дисперсионный анализ . Методы насыщенных и сверхнасыщенных планов.	6	6
2	Активный эксперимент	Автоматизация обработки результатов активного эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Центральные композиционные рототабельный план.	12	12
3	Пассивный эксперимент	Планирование и обработка результатов пассивного эксперимента. Метод регрессионного анализа.	12	12
4	Методы оптимизации	Планирование экстремальных поисковых экспериментов . Метод крутого восхождения.	6	6
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>	<b>34</b>

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрены учебным планом.

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Методология математического моделирования	<p>Какие основные группы параметров сложного процесса, влияющие на его поведение Вам известны и в чем их особенность? 2 В чем отличие физического и математического моделирования? 3 В чем особенности моделирования процессов, характеризующихся функциональными и статистическими связями исследуемых параметров? 4 Как классифицировать модели, используя область их применения? 5 Какие преимущества при математическом моделировании дает введение безразмерных переменных? 6 Из каких условий определяются единицы измерения динамических переменных и независимой переменной при их «обезразмеривании»? 7 На чем основана возможность редукции системы динамических уравнений? 8 В чем принципиальное отличие метода ранговой корреляции от других методов исследования? 9 В каких случаях метод ранговой корреляции не дает желаемого эффекта? 10 Какова общая стратегия исследования при определении факторов, влияющих на процесс. 11 Для чего служат коэффициент конкордации? 12 Что характеризует матрица рангов? 13 Как по диаграмме рангов определить факторы, оказывающие существенное влияние на исследуемый процесс? 14 Какого типа практические задачи обычно решают методом дисперсионного анализа? 15 Как математически формулируется задача однофакторного дисперсионного анализа? 16 В чем заключается основная идея метода дисперсионного анализа? 17 Каким образом производится оценивание существенности влияния фактора в однофакторном дисперсионном анализе? 18 Как производится оценивание влияния двух факторов и их взаимодействий в двухфакторном дисперсионном анализе? 19 Чем ограничивается применение метода насыщенных планов при исследовании технологических процессов? 20 Почему при реализации метода сверхнасыщенных планов рекомендуется разбивать факторы на группы с учетом особенностей технологического процесса? Почему общая матрица планирования эксперимента в методе сверхнасыщенных планов строится путем случайного смешивания строк групповых планов? 22 Каковы условия применения метода случайного баланса и почему они не мешают широкому использованию этого метода при исследовании технологических процессов? 23 Почему на каждой последующей серии диаграмм рассеивания повышается точность оценки рассматриваемых эффектов? 24 Где производится более точная оценка фактора: на диа-</p>

		грамме рассеивания или с помощью вспомогательных таблиц и рассчитываемых с их помощью коэффициентов регрессии? 25 Какова общая стратегия исследования при определении факторов, влияющих на процесс?
2	Активный эксперимент	<p>Что называется полным факторным экспериментами? 2. Как выбираются факторы планирования, их основные (базовые) уровни и интервалы варьирования? 3. Указать порядок проведения эксперимента методом ПФЭ. 4. Как составляется матрица планирования ПФЭ? 5. Как выбрать центр плана эксперимента? 6. Чем определяется величина интервала варьирования фактора? 7. Почему необходимо проведение параллельных опытов и их рандомизация? 8. Как зависит число уровней варьируемых факторов от порядка имитационной модели, представленной в виде полинома? 9. В чем заключается смысл разработки математической модели по принципу «от простого – к сложному»? 10. Каков порядок статистической обработки и анализа результатов эксперимента? При каких условиях не соблюдается требование воспроизводимости эксперимента и как следует поступить в этом случае? 12. Как проверить значимость оценок коэффициентов регрессии? 13. Поясните различие применения критерия Стьюдента для оценки выборочных средних значений случайной величины и оценки значимости коэффициента полинома. 14. При каких условиях оценки коэффициентов регрессии незначимы и как эти условия устранить? 15. Как проверить адекватность математической модели? 16. При каких условиях не соблюдается требование адекватности математической модели и как следует поступить в этом случае? 17. Что называется дробным факторным экспериментами? 18. В каких случаях возможно планирование ДФЭ? 19. Как можно оценить разрешающую способность матрицы ДФЭ? 20. Что такое генерирующее соотношение и как оно выбирается? 21. Что такое определяющий контраст и как с его помощью составляется система совместных оценок? 22. Указать преимущества факторного планирования эксперимента перед другими способами проведения активного эксперимента и пассивным экспериментом? 23. Когда и для чего используется ЦКП и в чем его отличие от планирования ПФЭ и ДФЭ? 24. Что является критерием оптимальности плана при ЦКОП и ЦКРП? 25. Как достигается ортогональность матрицы планирования при ЦКОП? 26. Почему при рототабельном планировании можно не проводить параллельных опытов? 27. В чем преимущество рототабельного планирования перед ортогональным и как оно достигается? 28. Каков порядок обработки результатов ЦКОП? 29. Каков порядок обработки результатов ЦКРП?</p>
3	Пассивный эксперимент	<p>Назовите основные отличия активного и пассивного экспериментов, их преимущества и недостатки. 2. Каков порядок проведения пассивного эксперимента в производственных условиях? 3. Какую информацию о качестве технологического процесса несут контролируемые в процессе производства параметры качества? 4. В чем различие систематиче-</p>

		ских и случайных погрешностей? 5. Каким образом можно оценить вклад случайных и систематических погрешностей в точность технологического процесса?
4	Методы оптимизации	Как формулируется задача оптимизации? 2. Какими подходами можно решить задачу оптимизации? 3. Что общего у всех методов экспериментального поиска экстремума? 4. В чем заключается основная идея и процедура метода Гаусса-Зайделя? 5. В чем заключается основная идея и процедура метода случайного поиска? 6. В чем заключается основная идея и процедура обычного градиентного метода? 7. В чем заключается основная идея и процедура метода Кифера-Вольфовица? 8. В чем заключается основная идея и процедура симплексного метода? 9. В чем заключается основная идея и процедура метода крутого восхождения (Бокса-Уилсона)? 10. Сравните известные поисковые методы по помехоустойчивости в смысле выбора направления движения. 11. Сравните поисковые методы по помехоустойчивости в смысле точности выхода к экстремуму. 12. Сравните методы поиска по эффективности, то есть по скорости выхода к экстремуму. 13. Каковы достоинства и недостатки поисковых методов? 14. Что служит критерием достижения экстремума в поисковых методах? 15. В чем состоит роль мысленных опытов и как они проводятся? 16. Как выполняется статистический анализ результатов в методе крутого восхождения? 17. Как выполняется оптимизация при многоэкстремальной поверхности отклика? 18. Что служит критерием для выбора начальной точки исследования? 19. Что служит критерием для выбора интервала варьирования для каждого фактора?

## **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.**

Учебным планом предусмотрена курсовая работа на 1 курсе в 2 семестре с объемом самостоятельной работы студента (СРС) - 36 ч.

Типовое задание на курсовую работу – оптимизация технологических и физико-механических свойств стекольных и керамических материалов.

Исходные данные для курсовой работы берутся из экспериментальных данных, полученных в результате выполнения научно-исследовательской работы на 1 курсе в 1 семестре. Индивидуально с каждым студентом выбирается метод оптимизации.

Курсовая работа состоит из пояснительной записки, которая содержит следующие основные разделы:

- титульный лист;
- результаты расчета оптимизации свойств керамических и стекольных материалов;
- графическая часть.



### **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.**

Не предусмотрено учебным планом.

### **5.4. Перечень контрольных работ.**

Не предусмотрено учебным планом

## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Фаддеев М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента : учеб. пособие. Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2008. 117 с.
2. Плешаков В. В., Схиртладзе А. Г. Планирование технологических экспериментов и обработка их результатов : учеб. пособие. Москва : Станкин, 2002. 129 с.
3. Сизиков В. С. Математические методы обработки результатов измерений : учебник. Санкт-Петербург : Политехника, 2001. 240 с
4. Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. 73 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28403>.
5. Сафин Р. Г., Иванов А. И., Тимербаев Н. Ф. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие. Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. 156 с. Режим доступа: [http://нэб.рф/catalog/000199\\_000009\\_02000015058](http://нэб.рф/catalog/000199_000009_02000015058).

### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Хартман К., Лецкий Э. К., Шефер В. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. Москва : Мир, 1977. 552 с.
2. Рузинов Л. П., Слободчикова Р. И. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Москва : Химия, 1980. 279 с.
3. Рогов В. А., Поздняк Г. Г. Методика и практика технических экспериментов : учеб. пособие. Москва : АСАДЕМА, 2005. 282 с.

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://www.mathnet.ru>
2. <http://ntb.bstu.ru/>

3. <http://нэб.пф/>

4. <http://www.iprbookshop.ru/>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Занятия ведутся в лекционных аудиториях с мультимедийным комплексом. Практические занятия проводятся в компьютерном классе, оснащённом ПК на базе одно или двухъядерных процессоров с тактовой частотой не менее 2 ГГц, объёмом оперативной памяти не менее 2 Гб и жесткого диска до 500 Гб. При этом используется следующее основное программное обеспечение: Microsoft Windows 7 and Windows Server 2008 R2 Service Pack, договор № №63-14к от 02.07.2014., Microsoft Office Professional 2013, договор № 31401445414 от 25.09.2014, Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows, лицензия № 17E0170707130320867250

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный  
год.

Протокол № 1 заседания кафедры от «07» сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Е.И. Евтушенко  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.И. Павленко  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный  
год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «28» мая 2018 г.

/Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Е.И. Евтушенко  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.И. Павленко  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный  
год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «24» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Евтушенко Е.И.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ Павленко В.И.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный  
год.


Протокол № 9 заседания кафедры от «13» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Евтушенко Е.И.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ Павленко В.И.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.  
Протокол № 9 заседания кафедры от «17» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Дороганов В.А.  
  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ Ястребинский Р.Н.  
  
подпись, ФИО

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Курс представляет собой неотъемлемую составную часть подготовки студентов. Целью изучения курса является формирование у будущих специалистов теоретических знаний о ключевых аспектах производства.

Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических устных опросов. Формой итогового контроля является зачет. Распределение материала дисциплины по темам и требования к ее освоению содержатся в Рабочей программе дисциплины, которая определяет содержание и особенности изучения курса.

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих специалистов в области производства керамики и стекла. Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, поставленных в планах и заданиях к лабораторным занятиям.

Для облегчения самостоятельного освоения материала рекомендуется проводить изучение материала параллельно с тематиками лабораторных занятий.

В учебниках и учебных пособиях, представленных в *списке рекомендуемой литературы* содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные *термины и понятия*, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Для более глубокого изучения проблем курса при подготовке к сдаче зачета необходимо ознакомиться с публикациями в периодических изданиях и тематической литературе. Поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.