


**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и  
цифровизации

  
А.В. Кубышкина  
«18» мая 2023 г.

**Методика экспериментальных исследований**

(Наименование дисциплины)

рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой **Технических систем в агробизнесе,  
природообустройстве и дорожном строительстве**

Направление подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Направленность (профиль) Технические системы и технологии в агробизнесе

Квалификация **Магистр**

Форма обучения очная, заочная

Общая трудоемкость **6 з.е.**

Часов по учебному плану 216

Брянская область, 2023

Программу составил(и):

д.т.н., профессор В.Н. Ожерельев



Рецензент:

д.т.н., профессор А.М. Михальченков

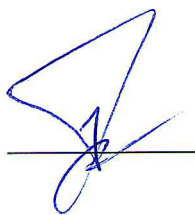


Рабочая программа дисциплины **Методика экспериментальных исследований** разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 26 июля 2017 года № 709.

Составлена на основании учебных планов: направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия Профиль Технические системы и технологии в агробизнесе, утвержденного учёным советом вуза от 18 мая 2023 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры технических систем в агробизнесе, природообустройстве и дорожном строительстве от 18 мая 2023 протокол № 10а.

Заведующий кафедрой



к.э.н., доцент Гринь А.М.

## 1 ЦЕЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Целью учебной дисциплины является развитие творческого мышления студентов, подготовка их к проведению теоретических и экспериментальных исследований, планированию эксперимента, обработке опытных данных и анализу полученных результатов.

## 2 МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Блок ОПОП: Б1.О.01

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо:

знать: способы деятельности и установки, освоенные в ходе изучения специальных дисциплин бакалавриата по направлению подготовки 35.03.06.

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: проблемы и направления развития технологии ремонта сельскохозяйственной техники, научные основы эксплуатации машин и оборудования в АПК.

## 3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЁННЫХ С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Достижение планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующей компетенции:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-4 - Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы	ОПК-4.1. Проводит научные исследования, анализирует результаты и готовит отчетные документы	<b>Знать:</b> методы планирования эксперимента; <b>Уметь:</b> планировать эксперимент и анализировать его результаты; <b>Владеть:</b> методами планирования эксперимента и анализа его результатов

**Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:** в соответствии с учебными планами и планируемыми результатами освоения ОПОП ВО.

#### 4 Распределение часов дисциплины

##### Очная форма обучения

Вид занятий	№ семестров									
	1		2		3		4		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД					УП	РПД
Лекции	16	16	14	14					30	30
Лабораторные										
Практические	16	16	14	14					30	30
КСР	2	2	2	2					4	4
Курсовой проект										
Консультация	0,15	0,15							0,15	0,15
Прием экзамена			1,25	1,25					1,25	1,25
Прием зачета										
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная)	34,15	34,15	31,25	31,25					65,4	65,4
Сам. работа	73,85	73,85	42	42					115,85	115,85
Контроль			34,75	34,75					34,75	34,75
Итого	108	108	108	108					216	216

##### Заочная форма обучения

Вид занятий	№ курсов							
	1		2		3		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции	6	6	4	4			10	10
Лабораторные								
Практические	6	6	4	4			10	10
КСР								
Курсовой проект								
Консультация								
Прием экзамена	0,15	0,15	1,25	1,25			1,4	1,4
Прием зачета								
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная)	13,25	13,15	9,25	9,25			21,4	21,4
Сам. работа	94	94	92	92			186	186
Контроль	1,85	1,85	6,75	6,75			8,6	8,6
Итого	108	108	108	108			216	216

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Очная форма		Заочная форма		Индикаторы достижения компетенций
		Семестр	Часов	Курс	Часов	
1	<b>Лекции</b>					
1.1	Алгоритм создания машины (часть 1) /лек/	1	2	1	1	ОПК-4
1.2	Алгоритм создания машины (часть 2) /лек/	1	2	1	-	ОПК-4
1.3.	Эксперимент (часть 1) /лек/	1	2	1	1	ОПК-4
1.4.	Эксперимент (часть 2) /лек/	1	2	1	-	ОПК-4
1.5.	Функция цели, факторы /лек/	1	2	1	1	ОПК-4
1.6.	Однофакторный эксперимент /лек/	1	2	1	1	ОПК-4
1.7.	Двухфакторный эксперимент /лек/	1	2	1	1	ОПК-4
1.8.	Метод дробных реплик /лек/	1	2	1	1	ОПК-4
1.9	Метод ортогонального центрального композиционного планирования /лек/	2	2	1	1	ОПК-4
1.10	Метод ротatableного планирования /лек/	2	2	2	-	ОПК-4
1.11	Обработка результатов эксперимента в программе Excel /лек/	2	2	2	1	ОПК-4
1.12	Построение линии тренда /лек/	2	2	2	-	ОПК-4
1.13	Построение поверхности отклика /лек/	2	2	2	1	ОПК-4
1.14	Определение значимости факторов модели /лек/	2	2	2	-	ОПК-4
1.15	Поверхность отклика в программе STATISTICA 10 /лек/	2	2	2	1	ОПК-4
2.	<b>Практические занятия</b>					
2.1	Экспериментальное определение влияния числа повторностей опыта на величину коэффициента вариации /Пр/	1	4	1	2	ОПК-4
2.2	Пример планирования двухфакторного эксперимента /Пр/	1	4	1	1	ОПК-4
2.3	Статистическая обработка результатов эксперимента /Пр/	1	4	1	2	ОПК-4

2.4	Пример планирования многофакторного эксперимента	1	2	1	1	ОПК-4
2.5	Подготовка к зачету (оформление и сдача отчетов) /Пр/	1	2	1	-	ОПК-4
2.6	Построение линии тренда /Пр/	2	2	2	1	ОПК-4
2.7	Регрессионный анализ /Пр/	2	4	2	1	ОПК-4
2.8	Корреляционный анализ /Пр/	2	4	2	1	ОПК-4
2.9	Построение поверхности отклика в программе STATISTICA 10 /Пр/	2	4	2	1	ОПК-4
2.10	Подготовка к экзамену (оформление и сдача отчетов) /Пр/	2	2	2	-	ОПК-4
3.	<b>Самостоятельная работа</b>					
3.1	Планирование однофакторного эксперимента	1	25	1	30	
3.2	Планирование двухфакторного эксперимента	1	25	1	40	
3.3	Статистическая обработка результатов экспериментов	1	25	1	40	
3.4	Регрессионная модель многофакторного эксперимента	2	25	2	40	
3.5	Построение поверхности отклика в программе STATISTICA	2	15.85	2	36	

Реализация программы предполагает использование традиционной, активной и интерактивной форм обучения на лекционных и практических занятиях.

## 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Приложение №1

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1 Рекомендуемая литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год	Кол-во экз.
<b>6.1.1 Основная литература</b>				
1	Завражнов А.И. и др.	Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: Учебник: Лань, 2013. – 496 с.	2013	10
2	Космин В.В.	Основы научных исследований (Общий курс) – М.: РИОР; Инфра-М. – 214 с.	2014	10
3	Болдин А.П.	Основы научных исследований. – М.: Академия, 2012. – 336 с.	2012	5
4	Гарькина И.А., Данилов А.М., Прошин А.П., Соколова Ю.А.	Планирование эксперимента. Обработка опытных данных. Практическое пособие. - Палеотип, 2005. - 273 с. Режим доступа: <a href="http://www.book.ru/book/901182">http://www.book.ru/book/901182</a>	2005	
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>				
1	Алексеев Г.В.	Математические методы в пищевой инженерии: Учебное пособие./ Г.В. Алексеев, Б.А. Вороненко, Н.И. Лукин.- Спб.: Издательство «Лань», 2012. - 176 с.	2012	6
2	Дьяченко А.В.	Планирование эксперимента. – Брянск, БГСХА, 2014. – 24 с.	2014	50
3	Ушаков Л. С.	Ушаков, Л.С. Активный факторный эксперимент. Математическое планирование, организация и статистический анализ результатов: учеб. пособие / С.А. Рябчук, Ю.Е. Котылев, Л.С. Ушаков .— Орел : ОрелГТУ, 2002.— 38 с. Режим доступа: <a href="http://rucont.ru/efd/145510">http://rucont.ru/efd/145510</a>	2002	
<b>6.1.3 Методические разработки</b>				
1	Купреенко А.И., Исаев Х.М.	Техника и технологии в животноводстве Режим доступа: <a href="http://moodle.bgsha.com">moodle.bgsha.com</a>	2015	

### 6.2 Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Портал открытых данных Российской Федерации. URL: <https://data.gov.ru>

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // Федеральный портал «Российское образование». URL: <http://school-collection.edu.ru/>

Единое окно доступа к информационным ресурсам // Федеральный портал «Российское образование». URL: <http://window.edu.ru/catalog/>

Официальный интернет-портал базы данных правовой информации <http://pravo.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru/>

Портал "Информационно-коммуникационные технологии в образовании" <http://www.ict.edu.ru/>  
 Web of Science Core Collection политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных <http://www.webofscience.com>  
 Полнотекстовый архив «Национальный Электронно-Информационный Консорциум» (НЭИКОН) <https://neicon.ru/>  
 Справочный портал по сварочным технологиям, документации и оборудованию <http://www.svarkainfo.ru>  
 Библиотека технической литературы <http://www.bibt.ru>  
 Устройство Автомобиля <http://ustroistvo-avtomobilya.ru>  
 Полнотекстовая библиотека технической литературы <http://techlibrary.ru/>  
 Ремонт сельскохозяйственных машин <https://sxteh.ru/mess147.htm>  
 Автомобильная справочная служба <https://autoinfo.ru/>  
 Ремонт тракторов <https://www.sinref.ru>  
 Ремонт оборудования перерабатывающих отраслей АПК <https://gosthel.ru/text/SpravochnikMontazhnxnich.html>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

ОС Windows 7 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.  
 ОС Windows 10 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.  
 MS Office std 2013 (контракт 172 от 28.12.2014 с ООО Альта плюс) Срок действия лицензии – бессрочно.  
 Офисный пакет MS Office std 2016 (Договор Tr000128244 от 12.12.2016 с АО СофтЛайн Трейд) Срок действия лицензии – бессрочно.  
 PDF24 Creator (Работа с pdf файлами, geek Software GmbH). Свободно распространяемое ПО.  
 Foxit Reader (Просмотр документов, бесплатная версия, Foxit Software Inc). Свободно распространяемое ПО.  
 Консультант Плюс (справочно-правовая система) (Гос. контракт №41 от 30.03.2018 с ООО Альянс) Срок действия лицензии – бессрочно.  
 Техэксперт (справочная система нормативно-технической и нормативно-правовой информации) (Контракт 120 от 30.07.2015 с ООО Техэксперт) Срок действия лицензии – бессрочно.  
 КОМПАС-3D Viewer V13 SP1 (ЗАО АСКОН). Свободно распространяемое ПО.

## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Учебная аудитория № 1-122 с переносным мультимедийным оборудованием, стационарным телемонитором, Центр информационных технологий (ЦИТ), компьютерный класс № 3-218.

<p>Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного, семинарского типа – № 3-217 лаборатория технологии ремонта машин и оборудования в АПК</p>	<p>Специализированная мебель на 35 посадочных мест, доска настенная, рабочее место преподавателя.          Характеристика аудитории: Телевизор LED ВВК 49, Стенд КИ-5278, Углошлифовальная машина, Ванна моечная, Приспособление для измерения, Приспособление КИ-389, Приспособление для измерения гильз, Машина балансировочная БМУ-4, Стенд КИ-968, микротвердомер ПМТ-3, микроскоп металлографический с цифровой фотокамерой Метам-ЛВ34, профилометр-профилограф с жидкокристаллическим дисплеем, микроскоп Метам Р-1, тензопульт ИДЦ, машина трения зазоров в гильзах, Набор шаблонов, Станок Р-108, Слесарный верстак.  <b>Учебно-наглядные пособия:</b> стенды настенные</p>	<p>243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, д.2Б</p>
--	---	--



	обучающие, плакаты.	
Помещение для самостоятельной работы (читальный зал научной библиотеки)	<p>Специализированная мебель на 100 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя</p> <p>Характеристика аудитории: 15 компьютеров с выходом в локальную сеть и Интернет, электронным учебно-методическим материалам, библиотечному электронному каталогу, ЭБС, к электронной информационно-образовательной среде.</p> <p><b>Лицензионное программное обеспечение:</b>          ОС Windows 10 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.          LibreOffice – Свободно распространяемое ПО.          Microsoft Windows Defender (Контракт №0327100004513000065_45788 от 28.01.2014). Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p><b>Лицензионное программное обеспечение отечественного производства:</b>          КОМПАС-3D (Сублицензионный договор №МЦ-19-00205 от 07.05.2019)          1С:Предприятие 8 (Лицензионный договор 2205 от 17.06.2015)</p>	243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, д.2а
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 3-310	<p>Специализированная мебель, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя.</p> <p>Характеристика аудитории: компьютерный класс на 8 рабочих мест с выходом в локальную сеть и Интернет, к электронным учебно-методическим материалам и электронной информационно-образовательной среде.</p> <p><b>Лицензионное программное обеспечение:</b>          ОС Windows 10 (Контракт №0327100004513000065_45788 от 28.01.2014). Срок действия лицензии – бессрочно.          Офисный пакет MS Office std 2016 (Договор Tr000128244 от 12.12.2016 с АО СофтЛайн Трейд)          Срок действия лицензии – бессрочно.          AutoCAD 2010 (Серийный № 351-79545770) Срок действия лицензии – бессрочно.          MATLAB R2009a (Лицензия 603081). Срок действия лицензии – бессрочно.          Microsoft Visual Studio 2010 (Контракт 142 от 16.11.2015). Срок действия лицензии – бессрочно.          Microsoft Windows Defender (Контракт №0327100004513000065_45788 от 28.01.2014). Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p><b>Лицензионное программное обеспечение отечественного производства:</b>          КОМПАС-3D (Сублицензионный договор №МЦ-19-00205 от 07.05.2019)</p>	243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, д.2Б

## **8 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

- для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен проводится в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен проводится в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

- для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих:
  - электронно-оптическое устройство доступа к информации для лиц с ОВЗ предназначено для чтения и просмотра изображений людьми с ослабленным зрением.
  - специализированный программно-технический комплекс для слабовидящих. (аудитория 1-203)
- для глухих и слабослышащих:
  - автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
  - акустический усилитель и колонки;
- индивидуальные системы усиления звука
  - «ELEGANT-R» приемник 1-сторонней связи в диапазоне 863-865 МГц
  - «ELEGANT-T» передатчик
  - «Easy speak» - индукционная петля в пластиковой оплетке для беспроводного подключения устройства к слуховому аппарату слабослышащего
  - Микрофон петличный (863-865 МГц), Hengda
  - Микрофон с оголовьем (863-865 МГц)
- групповые системы усиления звука
- Портативная установка беспроводной передачи информации.
  - для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
    - передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
    - компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

## Приложение 1

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

#### Методика экспериментальных исследований

#### 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 35.04.06 Агроинженерия  
 Направленность (профиль) Технические системы и технологии в агробизнесе  
 Дисциплина: Методика экспериментальных исследований  
 Форма промежуточной аттестации: экзамен

#### 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

##### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО.

Изучение дисциплины «Методика экспериментальных исследований» направлено на формирование следующих компетенций:

обще профессиональных компетенций (ОПК):

ОПК-4 - Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы

ОПК-4.1. Проводит научные исследования, анализирует полученные результаты, готовит отчетные документы.

##### 2.2. Процесс формирования компетенций по дисциплине «Методика экспериментальных исследований»

№ темы	Наименование тем	З.1	У.1	Н.1
1	Место эксперимента в процессе создания новой техники	+	+	+
2	Планирование эксперимента	+	+	+
3	Статистическая обработка результатов эксперимента	+	+	+
4	Регрессионный анализ результатов эксперимента	+	+	+
5	Построение линий тренда и поверхностей отклика	+	+	+

Сокращение:

З. - знание; У. - умение; Н. - навыки.

### 2.3. Структура компетенций по дисциплине «Методика экспериментальных исследований»

<b>ОПК-4</b> - Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы					
<b>ОПК-4.1.</b> Проводит научные исследования, анализирует результаты и готовит отчетные документы					
Знать (З.1)		Уметь (У.1)		Владеть (Н.1)	
методы планирования эксперимента и обработки его результатов	Лекции тем № 1-15	планировать эксперимент и обрабатывать полученные данные	Практические работы тем № 1-10 Самостоятельная работа тем № 1-5	Навыками планирования эксперимента и анализа результатов	Практические работы тем № 1-10 Самостоятельная работа тем № 1-5

### 3. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ И ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

3.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации дисциплины

Карта оценочных средств промежуточной аттестации дисциплины, проводимой в форме экзамена

№ п/п	Наименование тем	Контролируемые дидактические единицы (темы, вопросы)	Контролируемые индикаторы достижения компетенций (или их части)	Оценочное средство (№ вопроса)
1	Место эксперимента в процессе создания новой техники	Алгоритм создания новых машин	ОПК-4.1	1 - 2
2	Планирование эксперимента	Этапы выполнения эксперимента	ОПК-4.1	4 - 7
3	Статистическая обработка результатов эксперимента	Математическое моделирование процесса	ОПК-4.1	7 - 12
4	Регрессионный анализ результатов эксперимента	Анализ результатов эксперимента	ОПК-4.1	13-20
5	Построение линий тренда и поверхностей отклика	Графическая интерпретация результатов эксперимента	ОПК-4.1	21-30

#### Перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Методика экспериментальных исследований»

1. Алгоритм создания новых машин.
2. Место эксперимента в процессе создания новых машин.
3. Наблюдение, как способ познания.
4. Функция цели.
5. Факторы.
6. Кодирование факторов.
7. Повторяемость и воспроизводимость эксперимента.
8. Основные методологические требования к наблюдению.
9. Число повторностей эксперимента
10. Компьютерный эксперимент.

11. Лабораторный эксперимент.
12. Промышленный (полевой) эксперимент.
13. Этапы эксперимента.
14. Эксперимент, как метод познания.
15. Однофакторный эксперимент.
16. Рандомизация.
17. Уровни варьирования факторов.
18. Матрица планирования двухфакторного эксперимента.
19. Метод полного факторного эксперимента.
20. Полный трехфакторный эксперимент.
21. Построение линии тренда в программе Excel.
22. Метод дробных реплик.
23. Метод ортогонального центрального композиционного планирования.
24. Метод ротатабельного планирования.
25. Регрессионный анализ результатов эксперимента.
26. Построение поверхности отклика в программе STATISTICA 10.
27. Значимость коэффициентов регрессионной модели.
28. Научная гипотеза.
29. Графическая интерпретация результатов эксперимента.
30. Экспериментальная установка, как материальная основа эксперимента.

#### **Критерии оценки компетенций.**

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Современные проблемы науки и производства в агроинженерии» проводится в соответствии с Уставом Университета, Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам ВО. Промежуточная аттестация по дисциплине «Современные проблемы науки и производства в агроинженерии» проводится в соответствии с учебным планом в 1 семестре в форме экзамена по очной форме обучения, на 1 курсе по заочной форме обучения.

Обучающийся допускается к экзамену по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине: выполнения всех заданий и мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

#### **Оценивание студента на экзамене**

Знания, умения, навыки студента на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для допуска к экзамену необходимо выполнить и успешно сдать отчеты по всем практическим работам, выполнить весь объем самостоятельной индивидуальной работы и иметь положительные оценки при текущем контроле (аттестации).

Знания, умения, навыки студента на экзамене оцениваются оценками: «отлично» - 13-15, «хорошо» - 10-12, «удовлетворительно» - 7-9, «неудовлетворительно» - 0.

#### **Критерии оценки на экзамене**

Оценка	Баллы	Критерии
«отлично»	13-15	Обучающийся обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе продемонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение; правильно сформулировал понятия и закономерности по вопросу; использовал примеры из дополнительной литературы и практики; сделал вывод по излагаемому материалу; знает авторов – исследователей по данной проблеме
«хорошо»	10-12	Обучающийся обладает достаточно полным знанием программного материала; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами; сделан вывод
«удовлетворительно»	7-9	Обучающийся имеет общие знания основного материала без усвоения некоторых существенных положений; формулирует основные понятия с некоторой неточностью; затрудняется в приведении примеров, подтверждающих теоретические положения
«неудовлетворительно»	0	Обучающийся не знает значительную часть программного материала; допустил существенные ошибки в процессе изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения; объем знаний недостаточен для успешной дальнейшей учебы и профессиональной деятельности

Основная оценка, идущая в ведомость, студенту выставляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой. Основой для определения оценки служит уровень усвоения студентами материала, предусмотренного данной рабочей программой.

Активная работа на практических занятиях, а также при выполнении самостоятельной работы, оценивается следующим образом.

Активная работа на практических занятиях оценивается действительным числом в интервале от 0 до 6 по формуле:

$$\text{Оц. активности} = \frac{\text{Пр. активн.} \cdot 6}{\text{Пр. общее}} \quad (1)$$

где *Оц. активности* - оценка за активную работу;

*Пр. активн.* - количество практических занятий по дисциплине, на которых студент активно работал;

*Пр. общее* — общее количество практических занятий по изучаемой дисциплине.

Максимальная оценка, которую может получить студент за активную работу на практических занятиях равна 6. Активность самостоятельной работа предусматривает написание реферата и доклад на практическом занятии. Оценивается действительным числом в интервале от 0 до 4 по формуле

Оценка	Индикаторы достижения компетенций (ОПК-4.1)
«отлично» (4 балла)	1) <u>полное раскрытие вопроса;</u> 2) <u>указание точных названий и определений;</u> 3) <u>правильная формулировка понятий и категорий;</u> 4) <u>самостоятельность ответа, умение вводить и использовать собственные классификации и квалификации, анализировать и делать собственные выводы по рассматриваемой теме;</u> 5) <u>использование дополнительной литературы и иных материалов и др.</u>
«хорошо» (3)	1) <u>недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы;</u> 2) <u>несущественные ошибки в определении понятий, категорий и т.п., кардинально не меняющих суть изложения;</u> 3) <u>использование устаревшей учебной литературы и других источников;</u> 4) <u>неспособность осветить проблематику учебной дисциплины и др.</u>
«удовлетворительно» (2)	1) <u>отражение лишь общего направления изложения лекционного материала и материала современных учебников;</u> 2) <u>наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий и т.п.;</u> 3) <u>неспособность осветить проблематику учебной дисциплины и др.</u>
«неудовлетворительно» (0)	1) <u>нераскрытые темы;</u> 2) <u>большое количество существенных ошибок;</u> 3) <u>отсутствие умений и навыков, обозначенных выше в качестве критериев выставления положительных оценок др.</u>

Максимальное число баллов за активность может составлять – 4.

Результаты тестирования оцениваются действительным числом в интервале от 0 до 5 по формуле:

$$\text{Оц. тестир} = \frac{\text{Число правильных ответов} \cdot 5}{\text{Всего вопросов в тесте}} \quad (2)$$

где *Оц. тестир.* - оценка за тестирование.

Максимальная оценка, которую студент может получить за тестирование равна 5.

Оценивание студента по балльно-рейтинговой системе дисциплины «Современные проблемы науки и производства в агроинженерии»:

Общая оценка знаний по курсу строится путем суммирования указанных выше оценок:

$$\text{Оценка} = \text{Оценка активности} + \text{Оц. тестир} + \text{Оц. экзамен} + \text{Ореф.}$$

Ввиду этого общая оценка представляет собой действительное число от 0 до 30. Отлично - 30- 27 баллов, хорошо – 27-23 балла, удовлетворительно - 22-17 баллов, не удовлетворительно - меньше 17 баллов.

С целью оперативного и объективного контроля знаний, в том числе итогового, разработаны тесты по различным разделам и темам дисциплины.

Тесты составлены на бумажных и электронных носителях (компьютерная версия). В предлагаемых блоках тестов необходимо выбрать правильный ответ: на бланках обвести кружочком, а на мониторах компьютеров нажать курсором кнопку правильного ответа. В компьютерной версии тестирования составлена программа, которая по результатам ответов учащихся оперативно выводит на монитор результирующую оценку по знаниям данного раздела. Соответствие процента правильных ответов в тесте выставяемой оценке

(компьютерная версия) зависит от процента правильных ответов. Оценка до 50% неудовлетворительно; до 70% удовлетворительно; до 90% хорошо; выше 90% отлично

### 3.2. Оценочные средства для проведения текущего контроля знаний по дисциплине

#### Карта оценочных средств текущего контроля знаний по дисциплине

№ п/п	Наименование тем	Контролируемые дидактические единицы (темы, вопросы)	Контролируемые индикаторы достижения компетенции	Оценочное средство
1	Место эксперимента в процессе создания новой техники	Алгоритм создания новых машин	ОПК-4.1	Опрос
2	Планирование эксперимента	Этапы выполнения эксперимента	ОПК-4.1	Опрос
3	Статистическая обработка результатов эксперимента	Математическое моделирование процесса	ОПК-4.1	Опрос
4	Регрессионный анализ результатов эксперимента	Анализ результатов эксперимента	ОПК-4.1	Опрос
5	Построение линий тренда и поверхностей отклика	Графическая интерпретация результатов эксперимента	ОПК-4.1	Тестирование

#### Примерные тестовые задания для промежуточной аттестации и текущего контроля знаний студентов

##### Задание №1

Тема: Построение однофакторной модели процесса в программе Excel

Приборы и оборудование: Ноутбук, программа Excel

Порядок выполнения.

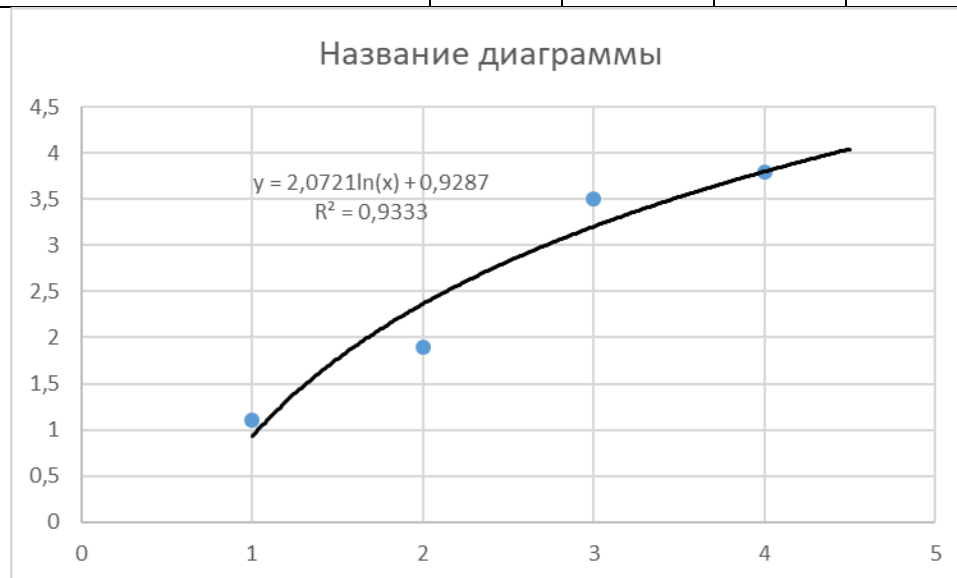
Используя индивидуальные исходные данные, приведенные в таблице (предполагается, что они получены в результате проведения однофакторного эксперимента), выполнить следующие действия.

1. В программе Excel по предложенным четырем («экспериментальным») точкам в отдельных листах книги построить три тренда: линейный, полиномиальный (второго порядка) и логарифмический.
2. Показать на каждой из диаграмм уравнение тренда типа:  $y = Ax + B$ ;  $y = Ax^2 + Bx + C$  и  $y = A \ln x + B$ , соответственно.
3. Поместить на диаграммах величину коэффициента детерминации (степени достоверности аппроксимации)  $R^2$ .
4. Сделать вывод о том, какой тип тренда (и аппроксимирующего уравнения) является для данного множества экспериментальных данных наиболее достоверным.
5. На основании предпочтительного аппроксимирующего уравнения выполнить интерполяцию величины зависимой переменной, то есть получить ее теоретическую величину при заданном значении аргумента  $x_i$ , приведенном в таблице исходных данных.

6. На основании предпочтительного уравнения аппроксимации выполнить экстраполяцию (прогноз) величины зависимой переменной, то есть получить ее теоретическую величину при заданном значении аргумента  $x_5$ , приведенном в таблице исходных данных.

Таблица – исходные данные (значения  $x_i$  и  $y_i$  – в условных единицах)

ФИО магистранта	Значения функции $y_i$ при $x_i$				$x_{ii}$	$x_5$
	$x_1=1$	$x_2=2$	$x_3=3$	$x_4=4$		
1	1,7	2,6	3,4	3,6	2,2	4,5
2	0,2	3,1	4,7	5,4	1,6	5,0
3	3,8	1,4	0,7	0,4	1,5	6,0
4	4,0	4,6	2,8	1,0	2,5	5,2
5	1,3	2,5	3,6	4,4	3,2	4,8
6	3,4	2,6	1,8	2,0	2,8	4,6
7	1,1	2,5	1,6	0,4	3,3	4,3
8	0,4	0,7	1,4	3,2	3,6	5,1
9	1,6	0,3	0,5	1,6	1,2	4,4
10	4,0	3,1	1,9	0,7	2,5	4,5
11	1,2	2,6	1,7	0,5	3,4	4,4
12	3,9	1,5	0,8	0,5	1,4	6,2
13	4,2	4,4	2,9	1,1	2,6	5,1
14	1,4	2,3	3,5	3,7	2,1	4,7
15	0,3	3,0	4,6	5,5	1,4	5,1



Пример: Диаграмма построена по четырем точкам с прогнозом (экстраполяцией) на 0,5 условных единиц вперед (по аргументу  $x$ ).

## Задание № 2

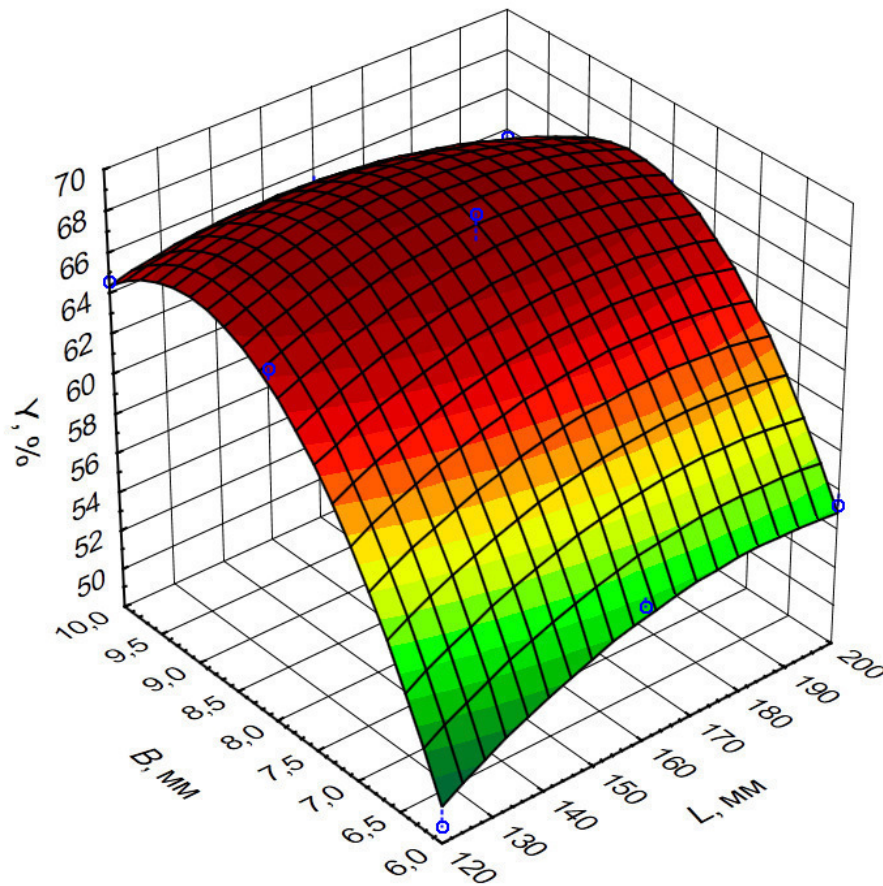
Тема: Построение двухфакторной модели процесса в программе Statistica 10.

Оборудование: ноутбук, программа Statistica 10.

Порядок выполнения:

1. Воспользовавшись исходными данными двухфакторного эксперимента построить поверхность отклика и математическую модель исследуемого процесса.
2. Если обнаружена точка экстремума, найти ее координаты и экстремальное значение функции.





б)

Рис. Поверхность отклика.

Математическая модель

$$Y = -140,8612 + 0,5929L + 37,1868B - 0,0012L^2 - 0,0229LB - 1,9261B^2$$

4. Определить коэффициент детерминации.

$$R^2 = 0,958$$

5. Исходные данные

№	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y
1	1	1	0,8
2	1	2	1,2
3	1	3	0,6
4	2	1	2,2
5	2	2	3,3
6	2	3	1,9
7	3	1	1,5
8	3	2	2,0
9	3	3	1,4

Задание № 3

Тема: Многофакторная модель в программе Excel

Оборудование: ноутбук, программа Excel

Порядок выполнения:

- 1.Получить уравнение регрессии.
- 2.Определить значимость коэффициентов при переменных.
- 3.Получить окончательный вид уравнения.
4. Определить коэффициент детерминации.

Пример исходных данных:

Таблица 1 – Исходные данные для регрессионного анализа

Регион (область, республика)	Численность населения, 2012/2001, %	Макроэкономические параметры региона					
		Заработная плата (ЗП) 2013 (тыс. руб./год)	Произведено товаров и услуг в 2013г. (тыс. руб./чел.)	Ст-ть осн. фондов добывающей и обраб. пром., тыс. руб./чел.	Гумус, %	Сумма активных темп., тыс. градусов	Расст. до Москвы или С.-П., 10 <sup>2</sup> * км.
1	2	3	4	5	6	7	8
Регионы с растущей численностью населения							
1. Московская	108,8	431	337	78,2	2,2	2,0	0,8
2. Ленинградская	103,2	355	484	134,6	1,5	1,66	0,8
3. Белгородская	101,0	267	530	98,8	6	2,62	6,5
Регионы с минимальной скоростью уменьшения численности населения (до 5%)							
4. Воронежская	96,3	266	248	47,4	8	2,6	4,89
5. Калужская	95,1	309	568	139,7	2,1	2,04	1,71
6. Липецкая	95,0	260	482	128,6	6	2,3	3,48
Регионы со значительной скоростью уменьшения численности населения (5-10%)							
7 Чувашия	93,9	233	203	38,7	4,5	2,2	6,33
8. Марий Эл	93,6	223	213	32,2	1,7	1,95	7,23
9.. Вологодская	92,9	300	428	124,1	1,5	1,72	4,45
10. Пензенская	92,8	248	197	32,1	6,0	2,49	6,18
11. Владимирская	91,9	245	292	73,0	2,0	2,02	1,68
12. Нижегородская	91,7	285	411	92,2	2,5	2,05	4,06
13. Рязанская	91,2	263	301	81,5	3,7	2,35	1,75
14. Ярославская	91,2	276	292	126,8	2,0	1,88	2,5
15. Мордовия	90,9	217	243	50,4	3,5	2,42	6,37
16. Смоленская	90,7	245	266	63,6	1,5	2,01	3,78
Регионы с катастрофическим уменьшением численности населения (более 10%)							
17. Тульская	89,9	277	320	96,0	3,5	2,08	1,68
18. Брянская	89,8	230	185	23,1	2,3	2,25	3,64
19. Ивановская	89,4	227	169	73,2	1,7	1,95	2,84
20. Тамбовская	89,2	229	225	28,4	7,0	2,55	3,6
21. Орловская	89,1	230	227	44,1	4,0	2,3	3,59
22. Новгородская	88,7	279	337	92,9	1,5	1,79	1,73
23. Курская	88,6	253	335	35,9	5,0	2,5	5,19
24. Тверская	88,3	276	261	57,5	1,5	1,87	1,45
25. Костромская	87,8	231	265	66,7	1,5	1,89	3,26
26. Кировская	86,4	232	194	43,6	1,5	1,7	10,58
27. Псковская	85,3	237	176	30,7	1,5	1,83	1,41

Пример уравнения регрессии

$$Y = 0,1061X_1 - 0,0021X_2 + 0,0242X_3 - 0,1655X_4 + 7,253X_5 + 0,6021X_6 + 46,197$$

где:  $Y$  – отношение численности населения региона в 2012 году к 2001 году %;

$X_1$  – номинальная заработная плата, начисленная в течение 2013 года, тыс. руб./чел;

$X_2$  – объем производства товаров и услуг в 2013 году, тыс. руб./чел;

$X_3$  – стоимость основных фондов в добывающих и обрабатывающих предприятиях региона, тыс. руб./чел;

$X_4$  – среднее содержание гумуса в почвах региона, %;

$X_5$  – сумма активных температур (выше  $10C^0$ ), тыс. град.  $C^0$ ;

$X_6$  – расстояние от регионального центра до Москвы (Санкт-Петербурга для Новгорода и Пскова)  $10^2$ \*км.

Полученное уравнение регрессии адекватно отражает ситуацию, поскольку  $R^2=0,752$ .

В результате корреляционного анализа установлена степень влияния каждого из факторных признаков на результирующий признак (таблица 2).

Таблица 2 – Коэффициенты парной корреляции

Признак	Значение	Признак	Значение
$X_1 - Y$	0,768	$X_4 - Y$	0,169
$X_2 - Y$	0,535	$X_5 - Y$	0,1
$X_3 - Y$	0,412	$X_6 - Y$	-0,158

Исходные данные задания – Таблица 3

№ опыта	Значения факторов		Результат $Y$
	$X_1$	$X_2$	
1	1,2	4,5	Таблица 4
2	1,2	4,9	Таблица 4
3	1,2	5,3	Таблица 4
4	1,5	4,5	Таблица 4
5	1,5	4,9	Таблица 4
6	1,5	5,3	Таблица 4
7	1,8	4,5	Таблица 4
8	1,8	4,9	Таблица 4
9	1,8	5,3	Таблица 4
10			

Таблица 4

Значения $Y_i$ по вариантам										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6	9	15	14	19	25	30	26	35	42
2	7	10	16	16	20	28	33	28	40	44
3	5	7	13	11	17	23	29	23	33	39
4	10	12	21	22	23	35	36	34	42	48
5	13	14	27	25	23	38	39	45	48	50
6	11	13	23	24	27	25	32	40	41	46
7	6	8	12	12	18	25	28	20	32	40
8	7	9	14	15	19	26	32	25	38	43
9	4	4	10	8	15	22	30	24	37	34