

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 экономики и
менеджмента
Дорошенко Ю.А.
« 23 » сентября 2016



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
**ТЕОРИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

специальность:

21.05.01 Прикладная геодезия

специализация:

Геодезическое обеспечение
строительного надзора и экспертиз

Квалификация

инженер-геодезист

Форма обучения

очная

Институт экономики и менеджмента

Кафедра высшей математики


Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 21.05.01 «Прикладная геодезия» (уровень специалитета), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 674 от 7 июня 2016 г;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составитель: к.т.н., доцент  А.М. Григорьев

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой городского кадастра и инженерных изысканий

Заведующий кафедрой: к.т.н., проф.  А.С. Черныш

« 31 » 08 2016 г., протокол № 1

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры высшей математики

«31» августа 2016 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  А.С. Горлов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института экономики и менеджмента

« 23 » 08 2016 г., протокол № 1

Председатель: к.э.н., проф.  В.В. Выборнова

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общекультурные			
1	ОК-5	Способностью использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды распределения вероятностей случайных величин; 2. Методы обработки (сглаживания) экспериментальных данных; 3. Виды ошибок измерений, меры точности измерений; <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Производить оценку точности функций измеренных и уравненных величин; 2. Работать на персональном компьютере на уровне продвинутого пользователя; <p>Владеть:</p> <p>Навыками работы на персональных компьютерах;</p>
Профессиональные			
1	ПК-9	Способностью к сбору, обобщению и анализу топографогеодезической, картографической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации, разработке на ее основе методов, средств и проектов выполнения конкретных народно-хозяйственных задач	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Технологию обработки равноточных, неравноточных измерений отдельной физической величины; 2. Теорию метода наименьших квадратов; 3. Технологию уравнивания измерений коррелятным и параметрическим способами; <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проводить математическую обработку результатов полевых измерений; 2. Выполнять уравнивание и производить оценку точности плановых и высотных сетей; <p>Владеть:</p> <p>Методами компьютерной обработки топографо-геодезической информации.</p>
2	ПК-13	Готовностью к разработке алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач и владением методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений,	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методы обработки измерений, содержащих грубые ошибки; 2. Оценку точности функций измеренных величин, оценку точности уравненных значений; измеренных величин и их функций; 3. Вычислительные алгоритмы для решения инженерно-геодезических задач. <p>Уметь:</p> <p>Выполнять предрасчёт требуемой точности геодезических измерений.</p>

	гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений	Владеть: Методикой расчёта точности геодезических работ, исходя из требований нормативной и проектной документации.
--	--	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Геометрия, тригонометрия (школьный курс)
2	Математика
3	Геодезия

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Геодезия
2	Высшая геодезия и основы координатно-временных систем.
3	Геодезическая астрономия с основами астрометрии
4	Космическая геодезия и геодинамика
5	Спутниковые системы и технология позиционирования
6	Фотограмметрия
7	Прикладная геодезия

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	122	94
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	66	32	34
лекции	33	16	17
лабораторные			
практические	33	16	17
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	150	90	60
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задание	18	18	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	60	36	24
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	72	Экз. (36)	Экз. (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и
объем Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Введение.					
1	Учение об ошибках наблюдений и их уравнивании. Место и роль теории ошибок и математической обработки результатов измерений в геодезической, кадастровой, маркшейдерской работе.	1			12
Основы математической статистики.					
2	Основные положения математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Упорядоченный вариационный ряд. Случайные величины и их числовые характеристики. Моменты. Задача выравнивания статистического ряда. Кривые распределения. Закон нормального распределения ошибок. Сравнение эмпирического распределения с теоретическим. Критерии согласия. Асимметрия и эксцесс кривой распределения.	2	2		12
Теория ошибок измерений					
3	Измеряемые при геодезических и кадастровых работах физические величины. Ошибки измерений и их классификация. Контроль правильности измерений: повторные измерения, избыточные измерения, невязки. Случайные ошибки измерений, их свойства. Качество результатов измерений. Меры точности ошибок измерений. Средняя квадратическая, средняя арифметическая, вероятная ошибки. Предельная ошибка. Отбраковка результатов измерений по внутренней сходимости. Относительная ошибка. Соотношения, связывающие различные виды ошибок между собой. Средняя квадратическая ошибка функции независимых измерений. Прямая и обратная задача теории ошибок. Систематические и грубые ошибки, меры борьбы с ними. Отбраковка промахов при первичной обработке измерений. Математическая обработка равноточных и неравноточных измерений одной величины. Двойные измерения. Определение средней квадратической ошибки по разностям двойных измерений. Обработка неравноточных измерений. Веса	13	14		12

	наблюдений. Весовое среднее. Средняя квадратическая ошибка наблюдений с весом, равным единице и средняя квадратическая ошибка весового среднего.				
	ВСЕГО	16	16		36
	РГЗ				18
	Экзамен				36
	Всего				90

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
4.	Уравнивание результатов измерений по методу наименьших квадратов				
	<p>Неопределенность решения, возникающая при наличии избыточной информации. Уравнительные вычисления.</p> <p>Задачи уравнительных вычислений и возможные методы их решений. Принцип наименьших квадратов. Понятие о других методах оптимизации. Строгие и нестрогие способы уравнивания.</p> <p>Уравнивание коррелятным способом. Условные уравнения и их происхождение. Решение их по методу наименьших квадратов. Условные уравнения поправок.</p> <p>Нормальные уравнения коррелят. Контроль составления.</p> <p>Случаи равноточных и неравноточных измерений. Схема решения нормальных уравнений при последовательном исключении неизвестных. Контроль решения.</p> <p>Вычисление поправок измерений и средней квадратической ошибки наблюдений с весом, равным единице. Заключительный контроль результатов уравнивания. Вес и средняя квадратическая ошибка функций уравненных величин. Понятие о свободных и несвободных сетях.</p> <p>Параметрический способ уравнивания. Исходные уравнения. Параметрические уравнения поправок.</p> <p>Случаи равноточных и неравноточных измерений.</p> <p>Нормальные уравнения поправок к приближенным значениям. Вычисление коэффициентов и свободных членов нормальных уравнений и контроль этих вычислений. Контроль</p>	6	4		10

	<p>решения нормальных уравнений.</p> <p>Вычисления поправок измерений и средней квадратической ошибки измерения с весом, равным единице. Контроль правильности вычисления поправок.</p> <p>Вычисление весов и средней квадратической ошибки уравненных значений определяемых величин. Решение нормальных уравнений и вычисление весовых коэффициентов. Вес и средняя квадратическая ошибка функции уравненных величин.</p> <p>Сравнительный анализ априорной и апостериорной ошибок единицы веса. Матрица весовых коэффициентов. Эллипсы ошибок. Ковариационная матрица координат и ее связь с эллипсом ошибок точки.</p>				
5. Заключение					
	Направление дальнейшего, развития теории математической обработки и практика её применения в геодезических и кадастровых работа	6	8		10
	ВСЕГО	17	17		24
	Экзамен				36
	Всего				60

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов
семестр № 4			
1	Основы математической статистики.	Статистическое исследование ряда истинных ошибок. Проверка на отсутствие грубых и систематических ошибок.	3
2	Теория ошибок измерений	<p>Обработка рядов независимых равноточных измерений одной и той же величины</p> <p>Обработка рядов независимых неравноточных измерений одной и той же величины</p> <p>Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений</p> <p>Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений</p> <p>Оценка относительной точности результатов измерений и их функций. Назначение весов измерений. Решение задач на формулу обратного веса функции общего вида</p> <p>Использование принципа равных влияний для предрасчета необходимой точности измерений</p>	13
ИТОГО:			16
семестр № 5			
1	Уравнивание результатов	Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим	17

измерений по методу наименьших квадратов.	способом Уравнение нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятным способом Уравнение одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов параметрическим способом Уравнение одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов параметрическим способом Эллипс ошибок	
		ИТОГО: 17
		ВСЕГО: 33

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	Введение	1. Основные задачи теории ошибок
2	Основы математической статистики	<ol style="list-style-type: none"> 1. Измеряемые физические величины. 2. Свойства ошибок измерений. 3. Равноточные и неравноточные измерения. 4. Контроль правильности измерений. 5. Повторные измерения 6. Избыточно-измеренные величины. 7. Невязки. 8. Ошибки измерений, как случайные величины 9. Закон распределения ошибок результатов измерений. 10. Математическое ожидание ошибок измерений и систематическая ошибка. 11. Характеристики рассеивания как характеристики точности измерений. 12. Вес как относительная характеристика точности 13. Оценки. Свойства оптимальных оценок. 14. Состоятельность, 15. Несмещенность, 16. Эффективность. 17. Методы оценивания 18. Достоинства метода наименьших квадратов.
3	Теория ошибок измерений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Многократные независимые равноточные измерения одной величины. 2. Оценивание неизвестного значения измерявшейся величины 3. Оценивание среднего квадратического отклонения единицы веса по ряду многократных независимых измерений. 4. Формулы Гаусса и Бесселя. 5. Математическое ожидание, вес и среднее квадратическое отклонение среднего арифметического и среднего весового. 6. Роль многократных измерений для повышения точности определения искомым величин. 7. Влияние систематических и случайных ошибок измерений

		<p>на оценку искомой величины – среднее весовое и среднее арифметическое.</p> <p>8. Точечные и доверительные оценки.</p> <p>9. Особенности использования доверительных оценок в геодезических измерениях.</p> <p>10. Оценка точности измерений по двойным равноточным и неравноточным измерениям</p>
4	Уравнивание результатов измерений по методу наименьших квадратов	<p>1. Необходимые и избыточные измерения,</p> <p>2. Причины, вызывающие необходимость уравнивания измерений.</p> <p>3. Векторы результатов измерений, поправок и уравненных результатов измерений.</p> <p>4. Использование метода наименьших квадратов для определения уравненных результатов измерений, оптимальность получаемых оценок.</p> <p>5, Теорема Гаусса-Маркова.</p> <p>6, Строгие" и "приближенные" способы уравнивания.</p> <p>7, Различные вычислительные пути нахождения оценок по методу наименьших квадратов, связь между ними.</p> <p>8, Выбор параметров.</p> <p>9, Параметрические уравнения</p> <p>10, Параметрические уравнения поправок</p> <p>11, Нормальные уравнения.</p> <p>12, Вычисление уравненных параметров и уравненных результатов измерений.</p> <p>13, Оценка среднего квадратического отклонения единицы веса по материалам уравнивания.</p> <p>14, Оценка точности уравненных параметров, уравненных результатов измерений, функций уравненных параметров.</p> <p>15, Использование параметрического способа для уравнивания типовых геодезических сетей.</p> <p>16, Параметрические уравнения поправок для измеренных превышений, сторон, направлений, углов.</p> <p>17, Условные уравнения, условные уравнения поправок,</p> <p>18, Коррелятные уравнения поправок</p> <p>19, Нормальные уравнения коррелат.</p> <p>20, Вычисление уравненных результатов измерений.</p> <p>21. Оценка точности уравненных результатов измерений и их функций.</p> <p>22. Использование коррелятного способа для уравнивания типовых геодезических сетей.</p> <p>23. Условные уравнения поправок в нивелирных сетях</p> <p>24. Условные уравнения поправок в полигонометрическом ходе.</p>
5	Заключение	<p>Применение уравнивания в геодезических и кадастровых работах. Математические и геодезические компьютерные программы</p>

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

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

1. Ошибки измерений и их свойства. Оценка точности функций измеренных величин. Равноточные измерения. Неравноточные измерения. Оценка точности по разностям двойных измерений. Прямая и обратная задача теории ошибок

5.4. Перечень контрольных работ

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Маркузе Ю.И. Метод наименьших квадратов и уравнивание геодезических сетей. - М.: Изд-во МИИГАиК, 2010-247с.
2. Дементьев, В. Е. Современная геодезическая техника и ее применение.- М.: "Академический Проект", 2008-592с.
3. Поклад, Г. Г., Гриднев С.П. Геодезия : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 120300, 120301, 120302, 120303.- М.: Академический Проект, 2008-590с.
4. Поклад Г.Г. Практикум по геодезии.-М.: Академический Проект, 2011-487с.
5. Савиных В. П Теория и практика автоматизации высокоточных измерений в прикладной геодезии.- М.: Академический Проект, 2009-395с.
6. Балдин К.В., Башлыков В.Н., Рукосуев А.В. Теория вероятностей и математическая статистика. 2014. <http://www.iprbookshop.ru/4444>

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Поклад Г.Г. Практикум по геодезии.- М.: Академический Проект, 2011-487с.
2. Савиных В. П Теория и практика автоматизации высокоточных измерений в прикладной геодезии.- М. : Академический Проект, 2009-395с.
3. Буре В.М., Парилина Е.М. Теория вероятностей и математическая статистика. 2013.
<http://e.lanbook.com/book/10249>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебные аудитории для лекционных и практических занятий, оборудованные компьютерной и проекционной техникой, используются ПО Microsoft Office 2013 Лицензионный договор № 31401445414 от 25.09.2014, Microsoft Windows 7 Договор № 63-14к от 02.07.2014.

6.ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Голубев В.В. ТМОГИ. Книга 1. Основы теории ошибок. – М.: Изд-во МИИГАиК, 2005
2. Маркузе Ю.И. ТМОГИ. Книга 2. Метод наименьших квадратов и уравнивание геодезических сетей. - М.: Изд-во МИИГАиК, 2005
3. Большаков В.Д., Маркузе Ю.И. Практикум по ТМОГИ. - М.: Альянс, 2007
4. Большаков В.Д. Теория ошибок наблюдений. – М.: Недра, 1983. – 223 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Маркузе Ю.И. Основы уравнивательных вычислений. М.: Недра, 1990. – 240с.

5.3. Перечень интернет ресурсов

1. <http://ntb.dstu.ru> – электронная библиотека БГТУ им. В. Г. Шухова
2. <http://www.knigafund.ru> – ЭБС «Книгафонд».
3. <http://www.iprbookshop.ru> – сайт электронных учебников.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями п 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА, п 6.1. Перечень основной литературы, 6.2. Перечень дополнительной литературы.
Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2016 /2017 учебный год.

Протокол № 1 заседания кафедры от «31» 08 2016 г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Маркузе Ю.И. Метод наименьших квадратов и уравнивание геодезических сетей. - М.: Изд-во МИИГАиК, 2010-247с.
2. Дементьев, В. Е. Современная геодезическая техника и ее применение.- М.: "Академический Проект", 2008-592с.
3. Поклад, Г. Г., Гриднев С.П. Геодезия : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 120300, 120301, 120302, 120303.- М.: Академический Проект, 2008-590с.
4. Поклад Г.Г. Практикум по геодезии.- М.: Академический Проект, 2011-487с.
5. Савиных В. П Теория и практика автоматизации высокоточных измерений в прикладной геодезии.- М.: Академический Проект, 2009-395с.
6. Балдин К.В., Башлыков В.Н., Рукосуев А.В. Теория вероятностей и математическая статистика. 2014. <http://www.iprbookshop.ru/4444>

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Поклад Г.Г. Практикум по геодезии.- М.: Академический Проект, 2011-487с.
2. Савиных В. П Теория и практика автоматизации высокоточных измерений в прикладной геодезии.- М. : Академический Проект, 2009-395с.
3. Буре В.М., Парилина Е.М. Теория вероятностей и математическая статистика. 2013. <http://e.lanbook.com/book/10249>

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017 /2018 учебный год.
Протокол № 1 заседания кафедры от « 31 » августа 2017г.

Заведующий кафедрой _____  _____ Горлов А.С.
подпись, ФИО

Директор института _____  _____ Дорошенко Ю.А.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

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

Протокол № 14 заседания кафедры от « 29 » 05 2018 г.

Заведующий кафедрой _____ Горлов А.С.
подпись, ФИО

Директор института _____ Дорошенко Ю.А.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /2020 учебный год.
Протокол № 13 заседания кафедры от « 30 » 05 2019 г.

Заведующий кафедрой _____  _____ Горлов А.С.
подпись, ФИО

Директор института _____  _____ Дорошенко Ю.А.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

Протокол №13/1 заседания кафедры от 24.04.2020г.

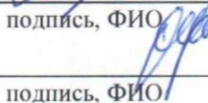
Заведующий кафедрой _____



подпись, ФИО

А.С. Горлов

Директор института _____



подпись, ФИО

Ю.А. Дорошенко

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021 /2022 учебный год.

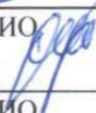
Протокол № 11 заседания кафедры от « 23 » 06 2021_ г.

Заведующий кафедрой _____


подпись, ФИО

А.С. Горлов

Директор института _____


подпись, ФИО

Ю.А. Дорошенко

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

1. Методические указания по курсу Теория математической обработки геодезических измерений. Раздел I. Элементы теории вероятностей и математической статистики/ Русяева Е.А. — М.: Изд. МИИГАиК, 2010, - 40 с
2. Методические указания и контрольные работы № 1, 2 по курсу Теория математической обработки геодезических измерений. Раздел II. Теория ошибок измерений/ Русяева Е.А. — М.: Изд. МИИГАиК, 2010, - 34 с

Дополнительную информацию по списку основной и дополнительной литературы можно найти на сайте кафедры <http://pm.bstu.ru/studentu>.