



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Геодезический факультет
Кафедра геодезии



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
15 мая 2026 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ
«Б1.О.03.02 ТЕОРИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ
ИЗМЕРЕНИЙ»**

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 21.05.01 Прикладная геодезия

Направленность(профиль) подготовки: Инженерно-геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации объектов нефтегазового и энергетического комплексов

Квалификация (степень) выпускника: инженер-геодезист

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 5 лет

Объем:
в зачетных единицах: 5 з.е.
в академических часах: 180 ак.ч.

Москва, 2026

Разработчики:

Доцент кафедры Геодезии, к.н., доцент Голубев В. В.

Доцент кафедры Геодезии, к.н. Клыпин И. А.

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия, утвержденного приказом Минобрнауки от 11.08.2020 № 944

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	28.01.2026, № 14

1. Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-4 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и смежных областях

ОПК-4.1 Дает оценку традиционным подходам при проектировании технологических процессов

Знать:

ОПК-4.1/Зн3 Классические принципы организации геодезических сетей сгущения и принципы оценки точности (априорный расчет СКП), заложенные в нормативных документах, и их связь с фундаментальными положениями теории ошибок

Уметь:

ОПК-4.1/Ум4 Выполнять априорный расчет точности запроектированного хода или сети (нивелирной, полигонометрической) на основе формулы средней квадратической погрешности функции измеренных величин и сравнивать полученные показатели с нормативными допусками

Владеть:

ОПК-4.1/Нв3 Методикой параметрического анализа проектных схем ходов (выбор формы хода, количества станций) с целью минимизации влияния накопления случайных погрешностей при сохранении производительности

ОПК-4.2 Определяет на профессиональном уровне особенности работы различных приборов и выявляет недостатки в его работе

Знать:

ОПК-4.2/Зн3 Теоретические модели возникновения систематических и случайных погрешностей в электронно-оптических, цифровых и механических узлах геодезических приборов (тахеометры, нивелиры, GNSS-приемники)

Уметь:

ОПК-4.2/Ум4 Рассчитывать и паспортизировать инструментальные погрешности (коллимационная ошибка, место нуля, ошибка компенсатора) по результатам полевых испытаний, отличая их от внешних факторов

Владеть:

ОПК-4.2/Нв3 Навыками статистического анализа рядов многократных измерений на контрольных базах для выявления нестабильности работы прибора (тренды, автокорреляция) и раннего обнаружения дрейфа нуля или сбоя электроники

ОПК-4.3 Интерпретирует результаты лабораторных и технологических исследований применительно к конкретным условиям

Знать:

ОПК-4.3/Зн3 Критерии математической статистики (критерии Стьюдента, Фишера, Романовского) для оценки значимости расхождений между теоретической моделью и экспериментальными данными в зависимости от внешних условий (температура, атмосферное давление)

Уметь:

ОПК-4.3/Ум4 Адаптировать результаты контрольных измерений (эталонирование рулеток, реек, поверка оптических систем) к реальным производственным условиям, вводя поправки за рефракцию и температуру, рассчитанные по методу наименьших квадратов

Владеть:

ОПК-4.3/Нв3 Методикой пересчета экспериментально полученных значений СКП единицы веса в конкретные ошибки измеряемых элементов (линий, углов, превышений) для прогноза точности финальных координат пунктов в условиях данной местности

ОПК-4.4 Демонстрирует навыки совершенствования отдельных узлов традиционного оборудования, в т.ч. лабораторного

Знать:

ОПК-4.4/Зн3 Математические способы подавления шумов и мультиколлинеарности в измерительных каналах традиционных приборов (например, методы цифровой фильтрации сигналов датчиков наклона)

Уметь:

ОПК-4.4/Ум4 Разрабатывать алгоритмы поправок к показаниям штатного оборудования на основе регрессионного анализа (МНК), позволяющие компенсировать нелинейность шкал или люфты механических узлов без физической замены деталей

Владеть:

ОПК-4.4/Нв3 Навыками составления программ (в среде MATLAB или Python) для калибровки измерительных трактов лабораторного стенда путем решения переопределенной системы уравнений и оценки остаточных погрешностей

ОПК-4.5 Прогнозирует возникновение рисков при использовании существующих и внедрении новых технологий, оборудования, систем

Знать:

ОПК-4.5/Зн3 Теорию распространения ошибок (закон накопления погрешностей) применительно к слабым местам геодезических построений, а также риски потери устойчивости решения при плохой обусловленности матриц нормальных уравнений в МНК

Уметь:

ОПК-4.5/Ум4 Оценивать риски грубых промахов и сбояв

Владеть:

ОПК-4.5/Нв3 Способами робастного оценивания (устойчивые методы МНК) для минимизации риска искажения итоговых результатов при наличии аномальных выбросов, вызванных работой нового оборудования в нештатных режимах

ОПК-4.6 Использует методики оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснование собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях

Знать:

ОПК-4.6/Зн3 Современные критерии оценки эффективности математических алгоритмов обработки в задачах уравнивания спутниковых и наземных измерений

Уметь:

ОПК-4.6/Ум4 Применять дисперсионный анализ для сравнения точности и сходимости результатов, полученных по новой (исследуемой) методике обработки, с эталонными значениями от традиционных подходов

Владеть:

ОПК-4.6/Нв3 Инструментарием сравнения альтернативных весовых функций и функций распределения ошибок при выборе оптимальной стратегии обработки данных дистанционного зондирования и наземной геодезии

ОПК-4.7 Демонстрирует навыки владения методами оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснования собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях

Знать:

ОПК-4.7/Зн3 Алгоритмы полного параметрического уравнивания и методы оценки точности уравненных элементов (обратная матрица нормальных уравнений, эллипсы и эллипсоиды погрешностей)

Уметь:

ОПК-4.7/Ум4 Строить доверительные интервалы и области для координат определяемых пунктов при решении прикладных научных задач (мониторинг деформаций, построение локальных геодезических базисов)

Владеть:

ОПК-4.7/Нв3 Методикой составления технического отчета с обоснованием выбранного весового базиса, критериев отбраковки грубых ошибок и доказательством достоверности полученных научных результатов на основе строгого математического аппарата теории ошибок измерений

2. Показатели и критерии оценивания компетенций

Планируемые результаты освоения программы	Уровень овладения	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ по уровням освоения)
ОПК-4 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и смежных областях	Повышенный	ИДК ОПК-4.1 Дает оценку традиционным подходам при проектировании технологических процессов <i>Знать:</i> ОПК-4.1/Зн3 Классические принципы организации геодезических сетей сгущения и принципы оценки точности (априорный расчет СКП), заложенные в нормативных документах, и их связь с фундаментальными положениями теории ошибок <i>Уметь:</i> ОПК-4.1/Ум4 Выполнять априорный расчет точности запроектированного хода или сети (нивелирной, полигонометрической) на основе формулы средней квадратической погрешности функции измеренных величин и сравнивать полученные показатели с нормативными допусками <i>Владеть:</i> ОПК-4.1/Нв3 Методикой параметрического анализа проектных схем ходов (выбор формы хода, количества станций) с целью минимизации влияния накопления случайных погрешностей при сохранении производительности

ИДК ОПК-4.2 Определяет на профессиональном уровне особенности работы различных приборов и выявляет недостатки в его работе

Знать:

ОПК-4.2/Зн3 Теоретические модели возникновения систематических и случайных погрешностей в электронно-оптических, цифровых и механических узлах геодезических приборов (тахеометры, нивелиры, GNSS-приемники)

Уметь:

ОПК-4.2/Ум4 Рассчитывать и паспортизировать инструментальные погрешности (коллимационная ошибка, место нуля, ошибка компенсатора) по результатам полевых испытаний, отличая их от внешних факторов

Владеть:

ОПК-4.2/Нв3 Навыками статистического анализа рядов многократных измерений на контрольных базах для выявления нестабильности работы прибора (тренды, автокорреляция) и раннего обнаружения дрейфа нуля или сбоя электроники

ИДК ОПК-4.3 Интерпретирует результаты лабораторных и технологических исследований применительно к конкретным условиям

Знать:

ОПК-4.3/Зн3 Критерии математической статистики (критерии Стьюдента, Фишера, Романовского) для оценки значимости расхождений между теоретической моделью и экспериментальными данными в зависимости от внешних условий (температура, атмосферное давление)

Уметь:

ОПК-4.3/Ум4 Адаптировать результаты контрольных измерений (эталонирование рулеток, реек, поверка оптических систем) к реальным производственным условиям, вводя поправки за рефракцию и температуру, рассчитанные по методу наименьших квадратов

Владеть:

ОПК-4.3/Нв3 Методикой пересчета экспериментально полученных значений СКП единицы веса в конкретные ошибки измеряемых элементов (линий, углов, превышений) для прогноза точности финальных координат пунктов в условиях данной местности

ИДК ОПК-4.4 Демонстрирует навыки совершенствования отдельных узлов традиционного оборудования, в т.ч. лабораторного

Знать:

ОПК-4.4/Зн3 Математические способы подавления шумов и мультиколлинеарности в измерительных каналах традиционных приборов (например, методы цифровой фильтрации сигналов датчиков наклона)

Уметь:

ОПК-4.4/Ум4 Разрабатывать алгоритмы поправок к показаниям штатного оборудования на основе регрессионного анализа (МНК), позволяющие компенсировать нелинейность шкал или люфты механических узлов без физической замены деталей

Владеть:

ОПК-4.4/Нв3 Навыками составления программ (в среде MATLAB или Python) для калибровки измерительных трактов лабораторного стенда путем решения переопределенной системы уравнений и оценки остаточных погрешностей

ИДК ОПК-4.5 Прогнозирует возникновение рисков при использовании существующих и внедрении новых технологий, оборудования, систем

Знать:

ОПК-4.5/Зн3 Теорию распространения ошибок (закон накопления погрешностей) применительно к слабым местам геодезических построений, а также риски потери устойчивости решения при плохой обусловленности матриц нормальных уравнений в МНК

Уметь:

ОПК-4.5/Ум4 Оценивать риски грубых промахов и сбоев

Владеть:

ОПК-4.5/Нв3 Способами робастного оценивания (устойчивые методы МНК) для минимизации риска искажения итоговых результатов при наличии аномальных выбросов, вызванных работой нового оборудования в нештатных режимах

ИДК ОПК-4.6 Использует методики оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснование собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях

Знать:

ОПК-4.6/Зн3 Современные критерии оценки эффективности математических алгоритмов обработки в задачах уравнивания спутниковых и наземных измерений

Уметь:

ОПК-4.6/Ум4 Применять дисперсионный анализ для сравнения точности и сходимости результатов, полученных по новой (исследуемой) методике обработки, с эталонными значениями от традиционных подходов

Владеть:

ОПК-4.6/Нв3 Инструментарием сравнения альтернативных весовых функций и функций распределения ошибок при выборе оптимальной стратегии обработки данных дистанционного зондирования и наземной геодезии

ИДК ОПК-4.7 Демонстрирует навыки владения методами оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснования собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях

Знать:

ОПК-4.7/Зн3 Алгоритмы полного параметрического уравнивания и методы оценки точности уравненных элементов (обратная матрица нормальных уравнений, эллипсы и эллипсоиды погрешностей)

Уметь:

ОПК-4.7/Ум4 Строить доверительные интервалы и области для координат определяемых пунктов при решении прикладных научных задач (мониторинг деформаций, построение локальных геодезических базисов)

Владеть:

ОПК-4.7/Нв3 Методикой составления технического отчета с обоснованием выбранного весового базиса, критериев отбраковки грубых ошибок и доказательством достоверности полученных научных результатов на основе строгого математического аппарата теории ошибок измерений

Базовый	ИДК ОПК-4.1 Дает оценку традиционным подходам при проектировании технологических процессов Знать: ОПК-4.1/Зн3 Классические принципы организации геодезических сетей сгущения и принципы оценки точности (априорный расчет СКП), заложенные в нормативных документах, и их связь с фундаментальными положениями теории ошибок Уметь: ОПК-4.1/Ум4 Выполнять априорный расчет точности запроектированного хода или сети (нивелирной, полигонометрической) на основе формулы средней квадратической погрешности функции измеренных величин и сравнивать полученные показатели с нормативными допусками ИДК ОПК-4.2 Определяет на профессиональном уровне особенности работы различных приборов и выявляет недостатки в его работе Знать: ОПК-4.2/Зн3 Теоретические модели возникновения систематических и случайных погрешностей в электронно-оптических, цифровых и механических узлах геодезических приборов (тахеометры, нивелиры, GNSS-приемники) Уметь: ОПК-4.2/Ум4 Рассчитывать и паспортизировать инструментальные погрешности (коллимационная ошибка, место нуля, ошибка компенсатора) по результатам полевых испытаний, отличая их от внешних факторов ИДК ОПК-4.3 Интерпретирует результаты лабораторных и технологических исследований применительно к конкретным условиям Знать: ОПК-4.3/Зн3 Критерии математической статистики (критерии Стьюдента, Фишера, Романовского) для оценки значимости расхождений между теоретической моделью и экспериментальными данными в зависимости от внешних условий (температура, атмосферное давление) Уметь: ОПК-4.3/Ум4 Адаптировать результаты контрольных измерений (эталонирование рулеток, реек, поверка оптических систем) к реальным производственным условиям, вводя поправки за рефракцию и температуру, рассчитанные по методу наименьших квадратов
---------	---

ИДК ОПК-4.4 Демонстрирует навыки совершенствования отдельных узлов традиционного оборудования, в т.ч. лабораторного

Знать:

ОПК-4.4/Зн3 Математические способы подавления шумов и мультиколлинеарности в измерительных каналах традиционных приборов (например, методы цифровой фильтрации сигналов датчиков наклона)

Уметь:

ОПК-4.4/Ум4 Разрабатывать алгоритмы поправок к показаниям штатного оборудования на основе регрессионного анализа (МНК), позволяющие компенсировать нелинейность шкал или люфты механических узлов без физической замены деталей

ИДК ОПК-4.5 Прогнозирует возникновение рисков при использовании существующих и внедрении новых технологий, оборудования, систем

Знать:

ОПК-4.5/Зн3 Теорию распространения ошибок (закон накопления погрешностей) применительно к слабым местам геодезических построений, а также риски потери устойчивости решения при плохой обусловленности матриц нормальных уравнений в МНК

Уметь:

ОПК-4.5/Ум4 Оценивать риски грубых промахов и сбояв

ИДК ОПК-4.6 Использует методики оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснование собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях

Знать:

ОПК-4.6/Зн3 Современные критерии оценки эффективности математических алгоритмов обработки в задачах уравнивания спутниковых и наземных измерений

Уметь:

ОПК-4.6/Ум4 Применять дисперсионный анализ для сравнения точности и сходимости результатов, полученных по новой (исследуемой) методике обработки, с эталонными значениями от традиционных подходов

	ИДК ОПК-4.7 Демонстрирует навыки владения методами оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснования собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях Знать: ОПК-4.7/Зн3 Алгоритмы полного параметрического уравнивания и методы оценки точности уравненных элементов (обратная матрица нормальных уравнений, эллипсы и эллипсоиды погрешностей) Уметь: ОПК-4.7/Ум4 Строить доверительные интервалы и области для координат определяемых пунктов при решении прикладных научных задач (мониторинг деформаций, построение локальных геодезических базисов)
Пороговый	ИДК ОПК-4.1 Дает оценку традиционным подходам при проектировании технологических процессов Знать: ОПК-4.1/Зн3 Классические принципы организации геодезических сетей сгущения и принципы оценки точности (априорный расчет СКП), заложенные в нормативных документах, и их связь с фундаментальными положениями теории ошибок ИДК ОПК-4.2 Определяет на профессиональном уровне особенности работы различных приборов и выявляет недостатки в его работе Знать: ОПК-4.2/Зн3 Теоретические модели возникновения систематических и случайных погрешностей в электронно-оптических, цифровых и механических узлах геодезических приборов (тахеометры, нивелиры, GNSS-приемники) ИДК ОПК-4.3 Интерпретирует результаты лабораторных и технологических исследований применительно к конкретным условиям Знать: ОПК-4.3/Зн3 Критерии математической статистики (критерии Стьюдента, Фишера, Романовского) для оценки значимости расхождений между теоретической моделью и экспериментальными данными в зависимости от внешних условий (температура, атмосферное давление)

	ИДК ОПК-4.4 Демонстрирует навыки совершенствования отдельных узлов традиционного оборудования, в т.ч. лабораторного Знать: ОПК-4.4/Зн3 Математические способы подавления шумов и мультиколлинеарности в измерительных каналах традиционных приборов (например, методы цифровой фильтрации сигналов датчиков наклона) ИДК ОПК-4.5 Прогнозирует возникновение рисков при использовании существующих и внедрении новых технологий, оборудования, систем Знать: ОПК-4.5/Зн3 Теорию распространения ошибок (закон накопления погрешностей) применительно к слабым местам геодезических построений, а также риски потери устойчивости решения при плохой обусловленности матриц нормальных уравнений в МНК ИДК ОПК-4.6 Использует методики оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснование собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях Знать: ОПК-4.6/Зн3 Современные критерии оценки эффективности математических алгоритмов обработки в задачах уравнивания спутниковых и наземных измерений ИДК ОПК-4.7 Демонстрирует навыки владения методами оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснования собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях Знать: ОПК-4.7/Зн3 Алгоритмы полного параметрического уравнивания и методы оценки точности уравненных элементов (обратная матрица нормальных уравнений, эллипсы и эллипсоиды погрешностей)
--	--

3. Шкала оценивания

Оценка	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ)
--------	---

Отлично	ОПК-4.1 Дает оценку традиционным подходам при проектировании технологических процессов ОПК-4.1/Зн3 Классические принципы организации геодезических сетей сгущения и принципы оценки точности (априорный расчет СКП), заложенные в нормативных документах, и их связь с фундаментальными положениями теории ошибок ОПК-4.1/Ум4 Выполнять априорный расчет точности запроектированного хода или сети (нивелирной, полигонометрической) на основе формулы средней квадратической погрешности функции измеренных величин и сравнивать полученные показатели с нормативными допусками ОПК-4.1/Нв3 Методикой параметрического анализа проектных схем ходов (выбор формы хода, количества станций) с целью минимизации влияния накопления случайных погрешностей при сохранении производительности ОПК-4.2 Определяет на профессиональном уровне особенности работы различных приборов и выявляет недостатки в его работе ОПК-4.2/Зн3 Теоретические модели возникновения систематических и случайных погрешностей в электронно-оптических, цифровых и механических узлах геодезических приборов (тахеометры, нивелиры, GNSS-приемники) ОПК-4.2/Ум4 Рассчитывать и паспортизировать инструментальные погрешности (коллимационная ошибка, место нуля, ошибка компенсатора) по результатам полевых испытаний, отличая их от внешних факторов ОПК-4.2/Нв3 Навыками статистического анализа рядов многократных измерений на контрольных базах для выявления нестабильности работы прибора (тренды, автокорреляция) и раннего обнаружения дрейфа нуля или сбоя электроники ОПК-4.3 Интерпретирует результаты лабораторных и технологических исследований применительно к конкретным условиям ОПК-4.3/Зн3 Критерии математической статистики (критерии Стьюдента, Фишера, Романовского) для оценки значимости расхождений между теоретической моделью и экспериментальными данными в зависимости от внешних условий (температура, атмосферное давление) ОПК-4.3/Ум4 Адаптировать результаты контрольных измерений (эталонирование рулеток, реек, поверка оптических систем) к реальным производственным условиям, вводя поправки за рефракцию и температуру, рассчитанные по методу наименьших квадратов ОПК-4.3/Нв3 Методикой пересчета экспериментально полученных значений СКП единицы веса в конкретные ошибки измеряемых элементов (линий, углов, превышений) для прогноза точности финальных координат пунктов в условиях данной местности ОПК-4.4 Демонстрирует навыки совершенствования отдельных узлов традиционного оборудования, в т.ч. лабораторного ОПК-4.4/Зн3 Математические способы подавления шумов и мультиколлинеарности в измерительных каналах традиционных приборов (например, методы цифровой фильтрации сигналов датчиков наклона) ОПК-4.4/Ум4 Разрабатывать алгоритмы поправок к показаниям штатного оборудования на основе регрессионного анализа (МНК), позволяющие компенсировать нелинейность шкал или люфты механических узлов без физической замены деталей ОПК-4.4/Нв3 Навыками составления программ (в среде MATLAB или Python) для калибровки измерительных трактов лабораторного стенда путем решения переопределенной системы уравнений и оценки остаточных погрешностей
---------	--

	ОПК-4.5 Прогнозирует возникновение рисков при использовании существующих и внедрении новых технологий, оборудования, систем ОПК-4.5/Зн3 Теорию распространения ошибок (закон накопления погрешностей) применительно к слабым местам геодезических построений, а также риски потери устойчивости решения при плохой обусловленности матриц нормальных уравнений в МНК ОПК-4.5/Ум4 Оценивать риски грубых промахов и сбоев ОПК-4.5/Нв3 Способами робастного оценивания (устойчивые методы МНК) для минимизации риска искажения итоговых результатов при наличии аномальных выбросов, вызванных работой нового оборудования в нештатных режимах ОПК-4.6 Использует методики оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснование собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях ОПК-4.6/Зн3 Современные критерии оценки эффективности математических алгоритмов обработки в задачах уравнивания спутниковых и наземных измерений ОПК-4.6/Ум4 Применять дисперсионный анализ для сравнения точности и сходимости результатов, полученных по новой (исследуемой) методике обработки, с эталонными значениями от традиционных подходов ОПК-4.6/Нв3 Инструментарием сравнения альтернативных весовых функций и функций распределения ошибок при выборе оптимальной стратегии обработки данных дистанционного зондирования и наземной геодезии ОПК-4.7 Демонстрирует навыки владения методами оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснования собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях ОПК-4.7/Зн3 Алгоритмы полного параметрического уравнивания и методы оценки точности уравненных элементов (обратная матрица нормальных уравнений, эллипсы и эллипсоиды погрешностей) ОПК-4.7/Ум4 Строить доверительные интервалы и области для координат определяемых пунктов при решении прикладных научных задач (мониторинг деформаций, построение локальных геодезических базисов) ОПК-4.7/Нв3 Методикой составления технического отчета с обоснованием выбранного весового базиса, критериев отбраковки грубых ошибок и доказательством достоверности полученных научных результатов на основе строгого математического аппарата теории ошибок измерений
Хорошо	ОПК-4.1 Дает оценку традиционным подходам при проектировании технологических процессов ОПК-4.1/Зн3 Классические принципы организации геодезических сетей сгущения и принципы оценки точности (априорный расчет СКП), заложенные в нормативных документах, и их связь с фундаментальными положениями теории ошибок ОПК-4.1/Ум4 Выполнять априорный расчет точности запроектированного хода или сети (нивелирной, полигонометрической) на основе формулы средней квадратической погрешности функции измеренных величин и сравнивать полученные показатели с нормативными допусками

ОПК-4.2 Определяет на профессиональном уровне особенности работы различных приборов и выявляет недостатки в его работе
ОПК-4.2/Зн3 Теоретические модели возникновения систематических и случайных погрешностей в электронно-оптических, цифровых и механических узлах геодезических приборов (тахеометры, нивелиры, GNSS-приемники)

ОПК-4.2/Ум4 Рассчитывать и паспортизировать инструментальные погрешности (коллимационная ошибка, место нуля, ошибка компенсатора) по результатам полевых испытаний, отличая их от внешних факторов

ОПК-4.3 Интерпретирует результаты лабораторных и технологических исследований применительно к конкретным условиям
ОПК-4.3/Зн3 Критерии математической статистики (критерии Стьюдента, Фишера, Романовского) для оценки значимости расхождений между теоретической моделью и экспериментальными данными в зависимости от внешних условий (температура, атмосферное давление)

ОПК-4.3/Ум4 Адаптировать результаты контрольных измерений (эталонирование рулеток, реек, поверка оптических систем) к реальным производственным условиям, вводя поправки за рефракцию и температуру, рассчитанные по методу наименьших квадратов

ОПК-4.4 Демонстрирует навыки совершенствования отдельных узлов традиционного оборудования, в т.ч. лабораторного

ОПК-4.4/Зн3 Математические способы подавления шумов и мультиколлинеарности в измерительных каналах традиционных приборов (например, методы цифровой фильтрации сигналов датчиков наклона)

ОПК-4.4/Ум4 Разрабатывать алгоритмы поправок к показаниям штатного оборудования на основе регрессионного анализа (МНК), позволяющие компенсировать нелинейность шкал или люфты механических узлов без физической замены деталей

ОПК-4.5 Прогнозирует возникновение рисков при использовании существующих и внедрении новых технологий, оборудования, систем
ОПК-4.5/Зн3 Теорию распространения ошибок (закон накопления погрешностей) применительно к слабым местам геодезических построений, а также риски потери устойчивости решения при плохой обусловленности матриц нормальных уравнений в МНК

ОПК-4.5/Ум4 Оценивать риски грубых промахов и сбоев

ОПК-4.6 Использует методики оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснование собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях

ОПК-4.6/Зн3 Современные критерии оценки эффективности математических алгоритмов обработки в задачах уравнивания спутниковых и наземных измерений

ОПК-4.6/Ум4 Применять дисперсионный анализ для сравнения точности и сходимости результатов, полученных по новой (исследуемой) методике обработки, с эталонными значениями от традиционных подходов

	ОПК-4.7 Демонстрирует навыки владения методами оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснования собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях ОПК-4.7/Зн3 Алгоритмы полного параметрического уравнивания и методы оценки точности уравненных элементов (обратная матрица нормальных уравнений, эллипсы и эллипсоиды погрешностей) ОПК-4.7/Ум4 Строить доверительные интервалы и области для координат определяемых пунктов при решении прикладных научных задач (мониторинг деформаций, построение локальных геодезических базисов)
Удовлетворительно	ОПК-4.1 Дает оценку традиционным подходам при проектировании технологических процессов ОПК-4.1/Зн3 Классические принципы организации геодезических сетей сгущения и принципы оценки точности (априорный расчет СКП), заложенные в нормативных документах, и их связь с фундаментальными положениями теории ошибок ОПК-4.2 Определяет на профессиональном уровне особенности работы различных приборов и выявляет недостатки в его работе ОПК-4.2/Зн3 Теоретические модели возникновения систематических и случайных погрешностей в электронно-оптических, цифровых и механических узлах геодезических приборов (тахеометры, нивелиры, GNSS-приемники) ОПК-4.3 Интерпретирует результаты лабораторных и технологических исследований применительно к конкретным условиям ОПК-4.3/Зн3 Критерии математической статистики (критерии Стьюдента, Фишера, Романовского) для оценки значимости расхождений между теоретической моделью и экспериментальными данными в зависимости от внешних условий (температура, атмосферное давление) ОПК-4.4 Демонстрирует навыки совершенствования отдельных узлов традиционного оборудования, в т.ч. лабораторного ОПК-4.4/Зн3 Математические способы подавления шумов и мультиколлинеарности в измерительных каналах традиционных приборов (например, методы цифровой фильтрации сигналов датчиков наклона) ОПК-4.5 Прогнозирует возникновение рисков при использовании существующих и внедрении новых технологий, оборудования, систем ОПК-4.5/Зн3 Теорию распространения ошибок (закон накопления погрешностей) применительно к слабым местам геодезических построений, а также риски потери устойчивости решения при плохой обусловленности матриц нормальных уравнений в МНК ОПК-4.6 Использует методики оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснование собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях ОПК-4.6/Зн3 Современные критерии оценки эффективности математических алгоритмов обработки в задачах уравнивания спутниковых и наземных измерений ОПК-4.7 Демонстрирует навыки владения методами оценивания результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснования собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и дистанционного зондирования и смежных областях ОПК-4.7/Зн3 Алгоритмы полного параметрического уравнивания и методы оценки точности уравненных элементов (обратная матрица нормальных уравнений, эллипсы и эллипсоиды погрешностей)

Неудовлетворительно	Результаты обучения не сформированы на достаточном уровне
---------------------	---

4. Контрольные мероприятия по дисциплине

Вид контроля	Форма контроля/Оценочное средство
Текущий контроль	Расчетно-графическая работа
Промежуточная аттестация	Расчетно-графическая работа Зачет с оценкой Экзамен

№ п/п	Наименование раздела	Контролируемые ИДК	Вид контроля/ используемые оценочные материалы	
			Текущий	Промежут. аттестация
1	Теория ошибок измерений	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4 ОПК-4.5 ОПК-4.6 ОПК-4.7	Расчетно-графическая работа	Зачет с оценкой Экзамен
2	Метод наименьших квадратов	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4 ОПК-4.5 ОПК-4.6 ОПК-4.7	Расчетно-графическая работа	Зачет с оценкой Экзамен

5. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:

- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой, 3 семестр.

Зачёт проводится в виде опроса согласно выдаваемому заранее списку вопросов для подготовки к зачёту и работам, выполнявшимся в рамках текущего контроля. Задаётся 3 вопроса. Оценка "удовлетворительно" выставляется, если возможно зачесть ответ на один из вопросов, "хорошо" - на два вопроса, "отлично" - на все вопросы. На усмотрение преподавателя зачёт также может проводиться в виде тестирования согласно выдаваемому заранее списку вопросов для подготовки к зачёту и работам, выполнявшимся в рамках

текущего контроля. В таком случае оценка "удовлетворительно" выставляется при определении системой более 40% правильных ответов, "хорошо" - более 60%, "отлично" - более 80%. При проведении оценивания в ходе промежуточной аттестации преподаватель может учитывать результаты текущего контроля.

Промежуточная аттестация: Экзамен, 4 семестр.

Список тем (теоретических вопросов) для подготовки к экзамену выдаётся студентам заранее. Накануне экзамена проводится также консультация, на которой рассматриваются практические задания, которые будут в экзаменационных билетах. Количество вопросов и заданий в билете также определяется экзаменатором и объявляется на консультации. Обычно 3 (2 вопроса и 1 задание) или 2 (1 вопрос и 1 задание). Возможно также содержание в билетах только теоретических вопросов. На экзамене обучающийся вытягивает билет и готовится отвечать на него в течение часа, по истечении которого экзаменатор вызывает отвечать обучающихся по очереди согласно порядку, в котором они тянули билеты. Если обучающийся отказывается отвечать после того, как его вызвали, ему выставляется оценка "неудовлетворительно". Такая же оценка выставляется, если обучающемуся невозможно зачитать ответ ни на один вопрос/задание его экзаменационного билета. Оценка "отлично" выставляется, если засчитаны все ответы. "Хорошо" – если один ответ не зачтён. "Удовлетворительно" – если не зачтены два ответа из трёх. В последнем случае, если в билете лишь 2 вопроса/задания, 3-ий задаётся экзаменатором после ответов обучающимся на оба вопроса/задания экзаменационного билета (вопрос берётся из списка тем для подготовки к экзамену). Также экзаменатор может задать наводящий вопрос по теме ответа в случае, если затрудняется в его оценке (зачесть / не зачесть). При проведении оценивания в ходе промежуточной аттестации преподаватель может учитывать результаты текущего контроля.

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Теория ошибок измерений

Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4 ОПК-4.5 ОПК-4.6 ОПК-4.7

Тема 1.1. Ошибки измерений

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Исследование ряда истинных ошибок на нормальный закон распределения

Тема 1.2. Элементы корреляционного анализа

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Исследование прямолинейной корреляционной зависимости

Тема 1.3. Корреляционная матрица. Обобщенная теорема оценки точности

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Обобщённая формула оценки точности

Тема 1.4. Элементы математической статистики в теории ошибок измерений

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Понятие веса
2. Прямая задача оценки точности
3. Принцип равных влияний

Тема 1.5. Оценка точности измерений и их функций

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Обработка ряда многократных измерений
2. Обработка ряда двойных измерений

Раздел 2. Метод наименьших квадратов

Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4 ОПК-4.5 ОПК-4.6 ОПК-4.7

Тема 2.1. Необходимые и избыточные измерения

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Уравнивание обратной многократной засечки

Тема 2.2. Параметрический способ уравнивания

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Уравнивание нивелирной сети параметрическим способом
2. Уравнивание полигонометрического хода параметрическим способом

Тема 2.3. Коррелятный способ уравнивания

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Уравнивание нивелирной сети коррелятным способом
2. Уравнивание полигонометрического хода коррелятным способом

Тема 2.4. Групповое и комбинированное уравнивание

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Уравнивание линейно-угловой сети коррелятным способом

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

3 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4 ОПК-4.5 ОПК-4.6 ОПК-4.7

Вопросы/Задания:

1. Общие понятия теории ошибок.
2. Постулаты теории ошибок.
3. Свойства кривой Гаусса. Свойства ошибок измерения.
4. Критерии точности измерений.
5. Понятие веса. Вес функции случайных аргументов.
6. Построение критериев согласия.

7. Проверка гипотез о распределении.
8. Метод максимального правдоподобия.
9. Понятие доброкачественных оценок. Методы определения оценок. Метод моментов.
10. Вывод формул среднего арифметического и Бесселя.
11. Определение оценок параметров распределения при обработке ряда неравноточных измерений одной и той же величины.
12. Доверительное оценивание. Общие понятия.
13. Доверительный интервал для $\bar{X}$, когда известно σ .
14. Доверительный интервал для $\bar{X}$, когда известно s .
15. Доверительное оценивание оценки σ^2 .
16. Оценка точности по разностям двойных измерений. Равноточный случай.
17. Оценка точности по разностям двойных измерений. Неравноточный случай.
18. Корреляционная, дисперсионная и обратная весовая матрицы.
19. Обобщенная формула оценки точности.

4 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4 ОПК-4.5 ОПК-4.6 ОПК-4.7

Вопросы/Задания:

1. Понятие необходимых и избыточных измерений. Задачи уравнивания.
2. Общая теория параметрического способа уравнивания. (Вывод уравнений поправок).
3. Общая теория параметрического способа уравнивания. (Вывод нормальных уравнений).
4. Последовательность уравнивания параметрическим способом.
5. Решение системы нормальных уравнений методом Гаусса.
6. Уравнивание неравноточных измерений параметрическим способом.
7. Контроли вычислений при параметрическом способе уравнивания.
8. Контроли составления и решения нормальных уравнений при параметрическом способе уравнивания.

9. Уравнения связи и поправок для нивелирной сети при уравнивании параметрическим способом.

10. Уравнения связи и поправок для измеренной стороны при параметрическом способе уравнивания.

11. Параметрические уравнения связи и поправок для измеренного дирекционного угла.

12. Параметрические уравнения связи и поправок для измеренного направления.

13. Параметрические уравнения связи и поправок для измеренного угла.

14. Последовательность уравнивания параметрическим способом.

15. Обратная весовая матрица вектора уравненных параметров.

16. Общий подход оценки точности в параметрическом способе уравнивания.

17. Обратная весовая матрица вектора уравненных значений измеряемых величин.

18. Оценка точности уравненных параметров.

19. Оценка точности функций от уравненных параметров.

20. Общая теория коррелятного способа уравнивания.

21. Связь параметрического и коррелятного способов уравнивания.

22. Коррелятный способ уравнивания. Вывод коррелятных уравнений поправок.

23. Последовательность уравнивания коррелятным способом.

24. Виды условных уравнений связи и поправок. (Высотные сети. Линейные уравнения для плановых сетей).

25. Виды условных уравнений поправок. Базисные и полюсные условные уравнения связи и поправок.

26. Виды условных уравнений. Координатные условные уравнения связи и поправок.

27. Соотношение весов уравненных и измеренных значений.

28. Обратная весовая матрица вектора уравненных значений измеряемых величин.

29. Обратная весовая матрица вектора невязок.

30. Средняя квадратическая ошибка единицы веса. (Вывод формулы Бесселя).

31. Обратная весовая матрица вектора измерений.
32. Двухгрупповой способ уравнивания. Общая теория.
33. Последовательность уравнивания двухгрупповым способом.
34. Способ Крюгера - Урмаева.
35. Оценка точности при двухгрупповом способе уравнивания.
36. Обратная весовая матрица вектора функций при двухгрупповом уравнивании исходных данных.