

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет геодезии и картографии
(МИИГАиК)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор МИИГАиК

профессор-д-р физ-мат. наук

А.В. Белоцерковский



ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

1.6.22 «Геодезия»

по техническим наукам

Программа кандидатского экзамена составлена в соответствии с:

1. Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»
2. Паспортом научной специальности 1.6.22 «Геодезия»

Утверждена на заседании Научно-технического совета университета

Протокол от 13 декабря 2024 г. № 8

Декан геодезического факультета
доцент, канд. техн. наук



Половнев О.В.

ПРОГРАММА-МИНИМУМ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

1. Общие сведения

Предмет и задачи геодезии. Возникновение и развитие геодезии. Подразделение геодезии на научные дисциплины. Связь геодезии с другими науками. Вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие геодезии. Роль геодезии на современном этапе в изучении Земли как планеты, освоении космического пространства, решении фундаментальных и прикладных задач; перспективы дальнейшего развития.

2. Системы отсчета, используемые в геодезии

Невращающаяся система небесных координат. Каталоги звезд. Каталоги внегалактических радиоисточников. О влиянии и учете прецессии и нутации. Другие факторы, изменяющие положения звезд. Система координат ICRS

Земные системы координат. Общеземные системы координат. Системы координат, используемые в навигационно-геодезических комплексах ГЛОНАСС и Navstar (GPS) как пример общеземных координатных систем. Геодезические (референсные) системы координат. Астрономические (географические) координаты пунктов земной поверхности. Параметры вращения (ориентации) Земли. Система координат ITRF.

Установление связи между разными системами координат. Теоретические и практические аспекты проблемы.

Системы измерения времени. Системы измерения времени, основанные на использовании осевого вращения и орбитального движения Земли. Атомное время. Динамические системы измерения времени. Связь между разными системами измерения времени. Государственная служба времени и частоты.

Использование в геодезии проекций.

3. Основные задачи геодезии и методы их решения

Астрономо-геодезический метод изучения фигуры Земли и принципиальная схема его реализации. Схема и программа построения существующей астрономо-геодезической сети (АГС) на территории России и СССР. Результаты совместного уравнивания АГС, доплеровской геодезической сети и космической геодезической сети. Перспективы совершенствования координатной основы Российской Федерации. Программа построения фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС), высокоточной геодезической сети (ВГС) и спутниковой геодезической сети 1-го класса (СГС-1).

Методы высокоточных геодезических и астрономических измерений, выполнявшихся для создания АГС. Роль астрономических определений при создании АГС. Пункты и азимуты Лапласа. Астрономические определения в геодезических построениях специального назначения. Современные задачи геодезической астрономии.

Источники ошибок геодезических и астрономических наблюдений. Ошибки личные, инструментальные; обусловленные влиянием внешней среды. Влияние атмосферы на результаты высокоточных измерений. Способы учёта и (или) ослабления влияния атмосферы.

Редуцирование геодезических измерений на референц-эллипсоид. Сущность редуцирования, алгоритмы для их вычисления.

Схема и программа построения нивелирной сети России. Результаты уравнивания нивелирной сети. Приборное обеспечение и методы выполнения геометрического нивелирования. Используемые в геодезии системы высот. Гравиметрическое обеспечение высокоточного геометрического нивелирования. Источники ошибок и методы оценки

точности геометрического нивелирования. Особенности высокоточного нивелирования в горных районах. Применение тригонометрического нивелирования.

Принципиальная схема решения задачи определения фигуры физической поверхности и гравитационного поля Земли гравиметрическим методом. Геодезическая краевая задача и методы её решения (в том числе, с учётом дискретности исходных данных).

Нормальная Земля. Параметры Нормальной Земли и их связь с фундаментальными геодезическими и астрономическими постоянными. Методы определения и уточнения фундаментальных геодезических постоянных.

Вычислительные аспекты определения гравиметрических уклонений отвеса и высот квазигеоида. Соотношения между астрономо-геодезическими и гравиметрическими уклонениями отвеса. Интерполяция астрономо-геодезических уклонений отвеса с использованием гравиметрических данных. Теория астрономо-гравиметрического нивелирования и его практическая реализация. Карты высот квазигеоида, их использование при решении фундаментальных и прикладных задач.

Аппаратура и методы абсолютных и относительных определений силы тяжести на суше и на море. Построение государственной гравиметрической сети. Результаты общего уравнивания гравиметрической сети. •

Использование наблюдений искусственных спутников Земли (ИСЗ) и других космических аппаратов (КА), естественных небесных объектов для решения геодезических и геодинамических задач (космическая геодезия).

Основные положения теории движения ИСЗ. Невозмущенное движение. Возмущенное движение.

Методы и аппаратура для наблюдений ИСЗ и других КА. Источники ошибок, сопровождающих наблюдения. Особенности математической обработки наблюдений в космической геодезии.

Создание космических геодезических построений геометрическим методом. Космическая триангуляция, трилатерация, доплеровские геодезические сети. Достоинства и недостатки геометрического метода. Результаты, полученные геометрическим методом, перспективы его дальнейшего использования.

Динамический метод космической геодезии совместного определения (уточнения) координат пунктов и параметров гравитационного поля Земли. Варианты динамического метода.

Особенности применения методов геодезии для создания опорных сетей на планетах и спутниках планет. Изучение гравитационных полей планет и их спутников.

Специальные методы космической геодезии: спутниковая альтиметрия, лазерная локация Луны, радиоинтерферометрия со сверхдлинной базой, межспутниковые наблюдения и спутниковая градиентометрия. Их использование для решения фундаментальных задач геодезии и смежных научных дисциплин.

Методы космической геодезии как средство уточнения фундаментальных геодезических постоянных.

Совместное использование спутниковых и наземных данных для целей геодезии.

Принципы построения и функционирования глобальных навигационно-геодезических систем ГЛОНАСС и GPS и соответствующей наземной аппаратуры (спутниковых приемников). Основные типы спутниковых приемников. Измерения псевдодальностей. Фазовые измерения. Абсолютный, относительный и дифференциальный методы определения координат пунктов. Методики определения координат пунктов и построения геодезических сетей. Источники ошибок и способы ослабления их влияния. Точность определения плановых координат и высот. Предварительная и окончательная обработка спутниковых измерений. Особенности определения высот и их использование для построения карт высот квазигеоида, в том

числе и с привлечением наземных данных. Проектируемые навигационно-геодезические системы.

Использование геодезических данных для решения геодинамических задач. Получение выводов, необходимых для прогнозирования землетрясений и других природных и техногенных катастроф. Изучение деформаций земной коры. Определение параметров дрейфа литосферных плит. Выявление вариаций геопотенциала.

Геодезические работы на акваториях морей и океанов, их назначение, приборное обеспечение и методы проведения.

4. Инженерно-геодезические работы

Основные виды и особенности инженерно-геодезических работ. Инженерно-геодезические изыскания для линейного и площадного строительства. Геодезические методы съёмки застроенных территорий. Съёмка подземных коммуникаций. Разбивочные работы. Способы установки и выверки строительных конструкций и технологического оборудования. Исполнительные съёмки.

Инженерно-геодезические опорные и разбивочные сети. Нормы и принципы расчёта точности разбивочных работ. Выбор системы координат и системы высот. Типовые схемы сетей. Оценка проектов сетей, особенности их уравнивания. Специальные методы инженерно-геодезических измерений. Особенности использования спутниковых систем в прикладной геодезии. Строительные сетки, методы их создания, уравнивание, точность. Особенности использования створных измерений в инженерно-геодезических работах, методы создания створов, основные источники ошибок.

Геодезические работы при строительстве и реконструкции транспортных и гидротехнических сооружений. Геодезические работы при планировке, застройке и развитии городов. Геодезические работы при строительстве и эксплуатации подземных коммуникаций. Особенности геодезических работ при строительстве гражданских зданий и промышленных сооружений. Геодезические работы при изысканиях и строительстве дорог и мостов. Геодезические работы при строительстве тоннелей. Высокоточные инженерно-геодезические работы при строительстве и эксплуатации прецизионных сооружений. Геодезические работы для ведения кадастра.

Геодезические наблюдения за деформациями земной поверхности и инженерных сооружений. Точность и периодичность наблюдений за деформациями инженерных сооружений. Способы обработки деформационных сетей, особенности их уравнивания. Особенности использования фотограмметрических методов в прикладной геодезии.

5. Топографические съёмки и их геодезическое обоснование

Высотное обоснование топографических съёмок. Нивелирование III и IV классов. Техническое нивелирование. Методика проложения нивелирных ходов. Инструменты, их исследования. Цифровые нивелиры. Контроль качества выполняемых работ.

Плановое обоснование топографических съёмок. Построение аналитической триангуляции, полигонометрических, теодолитных, тахеометрических ходов и сетей. Требования к их точности при разных масштабах съёмок. Контроль точности выполняемых измерений.

Приборы для линейных измерений.

Привязка съёмочных сетей к пунктам геодезического обоснования. Особенности работы в городах.

Назначение топографических съёмок суши. Точность карт и планов. Современные методы крупномасштабных топографических съёмок. Выбор масштаба съёмки и высоты сечения рельефа. Использование аэрокосмической информации для картографирования земной поверхности. Приборы и методы автоматизации наземных съёмок. Цифровые

модели местности, банки данных. Геодезические информационные системы. Топографические съёмки для целей кадастра. Средства и методы съёмки шельфа.

6. Методы математической обработки геодезических измерений

Основные понятия теории ошибок измерений. Случайные и систематические ошибки измерений. Равноточные и неравноточные измерения. Веса измерений. Ковариационная матрица случайного вектора. Функции измеренных величин и их оценка точности. Методы дисперсионного и корреляционного анализа. Вероятностно-статистические методы анализа и обработка измерений.

Метод наименьших квадратов. Параметрический и коррелятивный способы уравнивания. Параметрический способ с условиями и коррелятивный способ с дополнительными неизвестными. Роль нормального закона при обработке измерений. Обобщённый метод наименьших квадратов. Уравнивание с учётом ошибок исходных данных. Последовательное (рекуррентное) уравнивание. Контроль грубых ошибок в различных способах уравнивания. Свободные сети и их уравнивание. Способы оценки точности функции уравненных величин. Методы уравнивания обширных геодезических сетей (трилатерация, триангуляция, полигонометрия, нивелирование). Объединение наземных и спутниковых сетей.

Элементы теории фильтрации и её использование при решении геодезических задач.

7. Основные сведения по экономике, организации и планированию топографо-геодезических работ

Производственно-организационная структура топографо-геодезических предприятий и организаций. Методы и особенности планирования и управления топографо-геодезическими работами. Математическое программирование в планировании топографо-геодезических работ. Вопросы научной организации труда. Обеспечение техники безопасности при выполнении топографо-геодезических работ. Лицензирование топографо-геодезических работ. Обеспечение предприятий основными фондами и оборотными средствами. Резервы и факторы роста производительности труда. Эффективность инноваций и производства. Движение денежных средств в организации.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Авакян В.В. Прикладная геодезия. Геодезическое обеспечение строительного производства, Учебное пособие для вузов, М.: Академический проект, 2017. – 588 с.
2. Голубев В.В. Геодезия. Теория математической обработки геодезических измерений, Учебник для вузов, М.: МИИГАиК, 2016. – 420 с.
3. Гофман-Веллендорф, Мориц Г. Физическая геодезия. М.: МИИГАиК, 2007.
4. Мазурова Е.М., Карпик А.П., Ганагина И.Г., Гиенко Е.Г. Эволюция системы государственного геодезического обеспечения территории России, Монография, Новосибирск: СГУГиТ, 2016. – 184 с.
5. Огородова Л.В. Высшая геодезия. Часть III. Теоретическая геодезия: Учебник для вузов. – М.: Геодезкартиздат, 2006. – 384 с.
6. Уставич Г.А. Геодезия. В 2-х книгах, Учебник для вузов, Новосибирск: СГГА, 2012. – 350 с., 2014. – 534 с.
7. Ямбаев Х.К. Геодезическое инструментоведение, Учебник, М.: Академический проект, 2011.
8. Ямбаев Х.К. Геодезия. Исследование, поверка и юстировка средств измерений, Учебное пособие для вузов, М.: МИИГАиК, 2016. – 342 с.
9. Крылов В.И. Основы теории движения ИСЗ (две части): учебное пособие. – М.: МИИГАиК, 2015. – 52 с.
10. Крылов В.И. Координатно-временные преобразования в геодезии: учебное пособие – М.: Изд-во МИИГАиК, 2014. – 90 с
11. Труды ИПА РАН. Вып. 10. В.А. Брумберг, Н.И. Глебова, М.В. Лукашова, А.А. Малков, Е.В. Питьева, Л.И. Румянцева, М.Л. Свешников, М.А. Фурсенко. Расширенное объяснение к «Астрономическому ежегоднику». – СПб.: ИПА РАН, 2004, 488 с

Дополнительная

1. Геодезия, картография, Геоинформатика, Кадастр. Энциклопедия в 2-х томах / Под ред. Бородко А.В., Савиных В.П. / М.: Геодезкартиздат, 2008. – 976 с.
2. Геодезия, картография, топография, фотограмметрия, геоинформационные системы, пространственные данные. Справочник стандартных (нормативных) терминов / Под общ. ред. В.Г. Плешкова, Г.Г. Побединского / Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: ООО «Издательство «Проспект», 2015. – 672 с.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет геодезии и картографии
(МИИГАиК)**

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

название факультета

ФИО, подпись

« _____ » _____ 202__ г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

« _____ »

шифр, наименование специальности

Аспиранта кафедры _____

название

ФИО

Тема диссертации:

« _____ ».

МОСКВА

202__

Список вопросов.

(количество 10-15 шт.)

- 1.
- 2.
- 3.
-

Список литературы.

(Использованная при написании диссертации)

- 1.
- 2.
- 3.
-

Зав. кафедрой: _____

ФИО, подпись

Научный руководитель: _____

ФИО, подпись