

ВОПРОСЫ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 550.83

**О МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН
В ИНСТИТУТЕ НАУК О ЗЕМЛЕ ЮФУ**

Н.Е. ФОМЕНКО

*Институт наук о Земле Южного федерального университета
40, Зорге ул., г. Ростов н/Д 344090, Россия
e-mail: FNEgeophyskohle@yandex.ru*

Обсуждаются результаты работ, выполненных студентами на практических занятиях и во время прохождения учебных практик. Проанализированы причины и трудности в усвоении студентами знаний по разведочной геофизике. Установлен недостаток в получении будущими инженерами практических навыков работы с геофизической аппаратурой и оборудованием и дальнейшем осмысливании собственно измеренных параметров естественных и искусственно созданных геофизических полей. Кратко описывается усовершенствованная методика преподавания будущим инженерам-геологам и инженерам-геоэкологам предмета геофизики путём включения практических работ с геофизической аппаратурой на эталонной площадке по ул. Зорге с задачами изучения инженерно-геологического разреза и картирования на этой территории подземных коммуникаций. Приводятся другие примеры выполнения студентами геофизических исследований на объектах учебных геофизических практик с последующим детальным геолого-геофизическим истолкованием.

Ключевые слова: Институт наук о Земле; методика преподавания геофизических дисциплин; процесс обучения.

**ON METHODOLOGY OF TEACHING GEOPHYSICAL COURSES
AT THE INSTITUTE OF EARTH SCIENCES, SFU**

N.E. FOMENKO

*Institute of the Earth Sciences of the Southern Federal Institute
40, Zorge street, Rostov-na-Donu 344090, Russia
e-mail: fnegeophyskohle@yandex.ru*

The results of the works undertaken by students on practical classes and during educational practices have been discussed. Causes and difficulties in student learning of exploratory geophysics have been analyzed. It has been found a deficiency in practical skills of future engineers relevant to the work with geophysical facilities and equipment and further mental processing of the measured parameters of natural and artificial geophysical fields. A brief description has been given for improvements in the methodology of teaching geophysics to future geology and geoecology engineers via inclusion of practical works with geophysical equipment on the test site on the Zorge Street with tasks linked to engineering-geological cross-section study and mapping underground infrastructure on the given area. There are some other examples of student involvement in solution of geophysical tasks on the objects of educational geophysical practices with subsequent detailed geological and geophysical interpretation.

Keywords: Institute of Earth Sciences; geophysical courses teaching methodology; education process.

Институт наук о Земле ЮФУ (ИНОЗ) является приемником геолого-географического факультета РГУ. Геофизические дисциплины читаются: а) бакалаврам по направлениям: «Геология» и «Экология и природопользование»; б) специалистам по направлению «Прикладная геология»; в) магистрам по направлению: «Экология и природопользование».

Цель статьи: 1) показать пути совершенствования преподавания геофизических дисциплин в РГУ-ЮФУ; 2) обсудить результаты работ, выполненных студентами на практических занятиях и во время прохождения учебных практик; 3) рассмотреть вопрос оптимизации процесса обучения в рамках Болонской системы.

Геофизические дисциплины были включены в программы обучения горных инженеров в вузах России в начале XX в., т. е. почти одновременно с зарождением разведочной геофизики. Дату 15 января 1931 г., когда осуществилась в г. Ростове-на-Дону реорганизация Северо-Кавказского университета — предшественника РГУ, можно считать началом изучения студентами-геологами основ геофизических знаний.

Встречи и дискуссии выпускников геолого-географического факультета РГУ со своими бывшими преподавателями привели к заключению, что действующая методика аудиторного обучения не даёт студентам необходимую систему геофизических знаний, позволяющую молодым специалистам решать в производственных условиях сложные задачи поисково-разведочных работ на нефть, газ, уголь, редкие и радиоактивные элементы, а также при гидрогеологических, геоэкологических и инженерно-геологических изысканиях. Следствием являлось представление результатов комплексной геолого-геофизической интерпретации в геологических отчётах в не должной форме. Нередкими являлись случаи различающейся трактовки основных выводов в геологических и геофизических главах. Об этом свидетельствует и обзор замечаний экспертов Государственной комиссии запасов (ГКЗ) и Главной государственной экспертизы России (ФАО «Главгосэкспертиза РФ»).

Анализ перечисленных фактов привёл к выводу, что трудности усвоения студентами знаний по разведочной геофизике связаны прежде всего с недостатком у них практических навыков работы с геофизической аппаратурой и оборудованием, включая последующий анализ измеренных параметров геофизических полей. Обмен опытом с преподавателями других вузов показал, что при решении этой проблемы преимуществом соответственно пользуются геологические факультеты в составе которых имеются отдельные лаборатории с комплектами аппаратурных средств, позволяющими выполнять эксперименты индивидуально каждым студентом. Когда же аппаратура имеется в единичном экземпляре, преподавателю ничего не остаёт-

ся, как переходить к «плакатному способу» подачи материала.

На геолого-географическом факультете РГУ проблема «плакатной методики» знакомства с геофизической аппаратурой и порядком работы с ней была решена автором статьи посредством проведения практических занятий по геофизическим дисциплинам непосредственно в полевых условиях. Для натурных измерений на прилегающей к зданию факультета газонной территории по ул. Зорге были размечены две эталонные площадки, на которых в осеннем семестре в благоприятный погодный период (сентябрь—ноябрь) и в весеннем семестре (апрель—май) студентами выполняются геофизические наблюдения. Занятия проводятся по подгруппам из 12—14 студентов. Преподаватель предварительно готовит 3—4 комплекта аппаратуры. Длительность каждого практического занятия предусматривается в течение трёх—четырёх академических часов. Этого времени достаточно для объяснения каждой бригаде из 2—3 студентов методики и техники проведения того или иного эксперимента с последующими натурными измерениями. Полученные результаты студенты обрабатывают в компьютерных классах. Обязательное требование — составление отчётов и их представление преподавателю в твердой копии в виде сшива для защиты с получением оценки по нормативно-балльной шкале.

В неблагоприятное для полевых работ время аудиторные занятия по геофизическим дисциплинам включают метрологический контроль используемых геофизических приборов и определение физических свойств горных пород на образцах: 1) плотности; 2) удельного электрического сопротивления жидкостей; 3) скорости распространения упругих волн; 4) магнитной восприимчивости; 5) содержания радия (Ra), урана (U), и тория (Th) в порошковых пробах.

Модернизированный учебный план изучения студентами геофизических дисциплин получил одобрение руководства факультета и всех заведующих профильными кафедрами. Он позволил ориентировать студентов на расширение и углубление получаемой в процессе обучения системы знаний в геофизической области.

Схема эталонных площадок для проведения геофизических измерений студентами ИНОЗ приведена на рис. 1. Территория находится в западном жилом массиве Советского района г. Ростова-на-Дону по улице Зорге между зданиями ИНОЗ и химического факультета ЮФУ. Участок работ представляет собой ровную газонного вида поверхность, где отсутствуют строения. Через площадку проходят подземные трассы теплоснабжения, бытовой канализации, водопроводов и телефонных кабелей. Поставленные перед студентами задачи сводятся к проведению полевых работ, включающих ознакомление с комплектами геофизической аппаратуры, изучение геологического разреза на

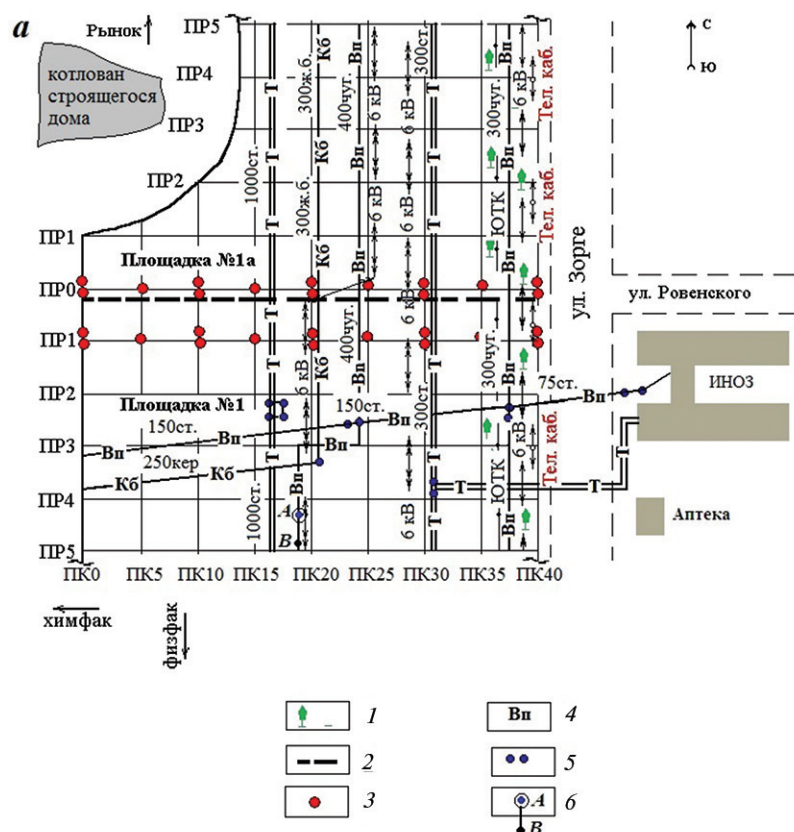


Рис. 1. Схема эталонных площадок проведения геофизических измерений (а); фотографии площадок (б) и котлована, вскрывающего геологический разрез до глубины залегания грунтовых вод (в): 1 — деревья, 2 — асфальтовая дорожка, 3 — разметочная лунка, 4 — подземные коммуникации, 5 — люки, 6 — место заряда

глубину, определение уровня грунтовых вод (УГВ), а также поиск и картирование подземных коммуникаций.

На рис. 2 приведён пример картирования подземных коммуникаций методами магнитометрии (а), электропотенциального томографического зондирования (ЭПТЗ) в форме электропрофилирования (б), заряженного тела (в) и радиолокационного подповерхностного зондирования (РЛЗ) (г) на площадке 1 по профилю 3. Инженерно-геологический разрез известен и положение подземных коммуникаций тоже. Следовательно, по результатам наблюдений студенты решают прямую геофизическую задачу на натурном объекте.

Первоначальное рассмотрение материалов, полученных студентами в результате проведённых измерений (рис. 2), показывает, что на всех графиках фиксируется амплитудный эффект над трубами магистральной теплосети диаметром 1000 мм, которые расположены между пикетами 15 и 20. Эти трубы залегают ближе других к дневной поверхности (глубина 1,5 м), поэтому аномальные поля хорошо выражены не только в методе «заряда» (возбуждение электромагнитного поля контактным способом путём подсоединения одного из питающих электродов непосредственно к трубе), но и на графиках магниторазведки (бесконтактный

способ измерений) и ЭПТЗ (возбуждение электрического поля на дневной поверхности). Вторая ветка теплосети в районе 30-х пикетов, как и трубы магистральной теплосети, проложена на глубине 1,7 м и имеет диаметр (300 мм), т. е. в 3,3 раза меньший, чем у магистральных труб. Ветка проявляется (пикет 30) на графиках метода заряженного тела или «заряда» весьма слабо выраженным соотношением максимума горизонтальной (H_x) и минимума вертикальной (H_z) магнитных составляющих напряжённости электромагнитного поля. Аномалии возникают за счёт наведённой индукции от труб магистральной теплосети [1]. От этой же индукции достаточно ярко фиксируется железобетонная труба бытовой канализации (КБ) диаметром 300 мм. Над этой трубой составляющая H_z характеризуется положительной аномалией, а составляющая H_x — отрицательной. Причина инверсии по отношению к стальным трубам — появление в железобетонной конструкции токов Фуко.

Чугунные трубы водопровода (Вп), трассируемые вдоль пикетов 28 и 37, в индукционном поле не проявляются. Сказывается влияние увеличенной глубины залегания (порядка 2,2 м) и уменьшенного диаметра (400 и 300 мм), который в 2,5 и 3,3 раза меньше, чем у магистральных труб теплосети. И главное: электропроводность чугуна в 5÷10

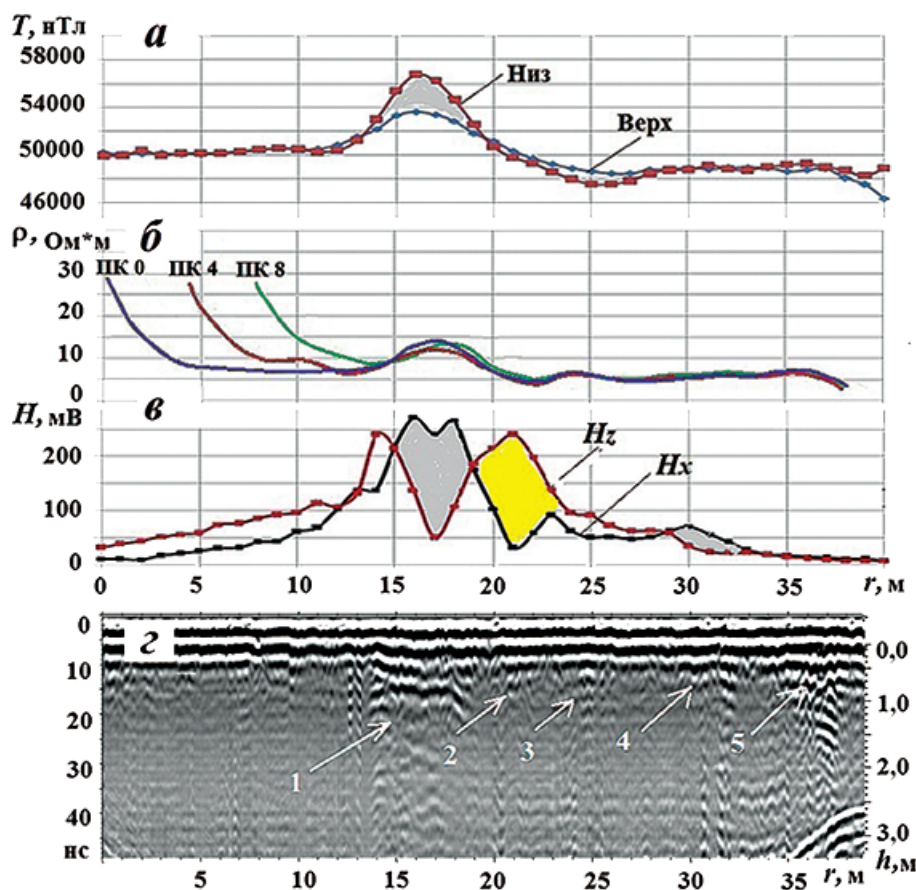


Рис. 2. Пример картирования на площадке 1 подземных коммуникаций методами магнитометрии (а), электропотенциального томографического зондирования (ЭПТЗ) в форме электропрофилирования (б), заряда в трубу теплосети на частоте 30 кГц (в) и радиолокационного подповерхностного зондирования (РЛЗ) на частоте 400 МГц (г)

раз меньше стали. В то же время косвенным признаком нахождения в грунте труб водопровода является общее снижение интенсивности магнитного поля в интервале пикетов 25—40 (чугун, как известно, является диамагнитным материалом).

Необходимо отметить, что процесс расшифровки аномалий малой амплитуды является важным этапом, развивающим у студентов аналитическое мышление с требованием углублённого изучения особенностей распределения тех или иных геофизических полей в среде, содержащей (включающей) малоконтрастные по физическим свойствам объекты. В рассматриваемом примере существует возможность ещё и проанализировать радарограмму, картина которой содержит вертикально ориентированные зоны (рис. 2, г). В них верхняя часть характеризуется «проседанием» осей синфазности и ниже — «звучащей» записью. Зоны соответствуют местоположению траншей с обратной засыпкой в которых проложены подземные коммуникации из труб теплосети (индексы 1 и 4), бытовой канализации (индекс 2), водовода (индекс 3) и телефонного кабеля (индекс 5). На радарограмме отсутствуют характерные для одиночных объектов малого размера области дифрагированных волн,

что объясняется тем, что трубы размещены в низкоомной среде (удельное сопротивление (ρ) меньше $10 \text{ Ом} \cdot \text{м}$), т. е. в среде с сильным поглощением электромагнитных волн.

Продолжая анализ графиков, приведённых на рис. 2, прежде всего следует ещё раз подчеркнуть, что трубы теплосети и водопровода выполнены из стали и чугуна и поэтому являются проводниками. Следовательно, при «заряде», т. е. возбуждении в этих трубах переменного электромагнитного поля, можно измерять с помощью магнитной антенны возникающую индукцию в трёх взаимно перпендикулярных направлениях. Характерный признак «заряженного» электропроводящего объекта — положительная аномалия H_x и отрицательная H_z (рис. 2, в). Ещё один отличительный диагностический признак труб теплосети — положительные аномалии на графиках электропрофилирования (рис. 2, б). Это значит, что трубы теплосети имеют диэлектрическое покрытие.

Для более детального изучения анализируемых объектов на эталонных площадках, помимо охарактеризованных, используются и другие методы, способы и приёмы проведения экспериментов и интерпретации полученных данных. На рис. 3 при-

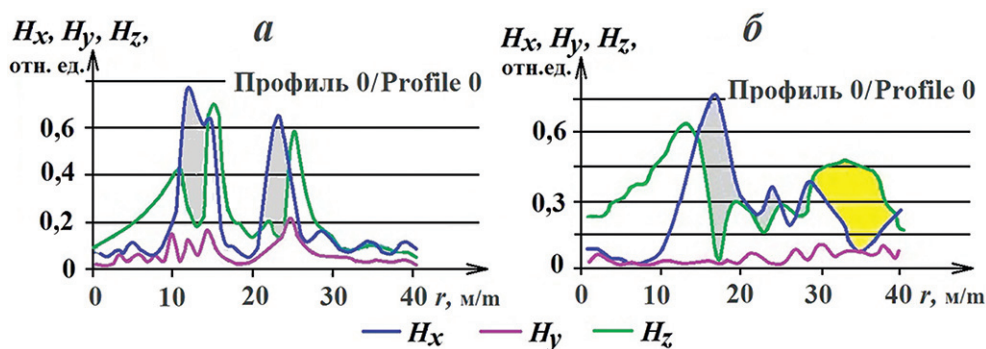


Рис. 3. Графики индуцированного поля, зарегистрированные на площадке 1, профиль 0 при подключении питающей линии к трубе водовода на частоте возбуждаемого тока 30 кГц (а) и таком же подключении при возбуждении тока на частоте 625 Гц (б)

ведён пример, когда метод «заряда» реализован на одной и той же трубе посредством возбуждения электромагнитного поля на двух частотах, что в разведочной геофизике называется внутриметодным комплексированием. Измерения напряженности составляющих электромагнитного поля H_x , H_y , H_z проведены на профиле 0 при «заряде» в трубу водовода с возбуждением поля на частоте 625 Гц и таком же подключении при возбуждении тока на частоте 30 кГц. При этом необходимо подчеркнуть, что труба водовода чугунная и её электропроводность в 5÷10 раз меньше стали, что предопределяет соответствующий индукционный эффект. Рассмотрение графиков на рис. 3, а показывает, что по сравнению с таковыми графиками на рис. 2, в, когда «заряд» на частоте 30 кГц выполнен в трубу теплотрассы, «заряженная» чугунная труба водовода со-

здаёт вполне читаемый амплитудный эффект и такой же эффект от стальных труб теплотрассы за счёт формирования в них вторичной индукции. В то же время при подключении «заряда» к трубе водовода на частоте 625 Гц соотношение амплитуд от труб теплотрассы и водопровода резко изменяется, при том что в интервале пикетов 30÷40 происходит инверсия график H_x и H_z (рис. 3, б). Причина, по всей видимости, заключается в разной плотности индуцируемого поля на частотах 30 кГц и 625 Гц и возникновении токов Фуко в кабельных сетях.

На рис. 4 приведены план-графики результатов геофизических наблюдений на площадке 1а методами магниторазведки (а), импульсного естественного переменного электромагнитного поля (б) и гамма-спектрометрии (в). Из рассмотрения план-графиков следует, что стальные трубы магистраль-

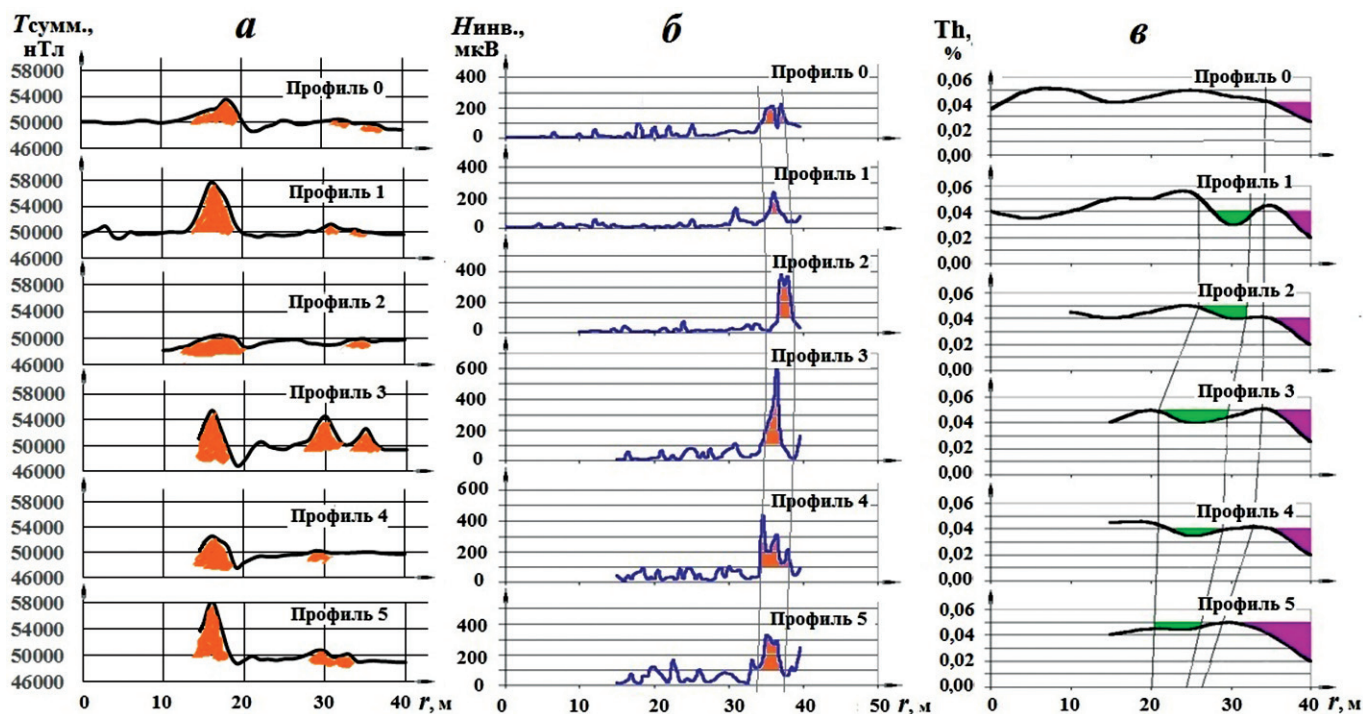


Рис. 4. Результаты картирования подземных коммуникаций на эталонной площадке 1а методами магниторазведки (а), импульсного естественного переменного электромагнитного поля (б) и гамма-спектрометрии (в)

ной теплосети диаметром 1000 мм выделяются устойчивыми положительными аномалиями магнитного поля в интервале пикетов 10—20 (рис. 4, а). Такие же по составу трубы, но в 3,3 раза меньшего диаметра, характеризуются в аномальном магнитном поле в интервале пикетов 30—33 более слабо выраженными положительными аномалиями, за исключением профиля 3, в районе которого произведена врезка труб строящегося дома.

Над полосой прокладки телефонного кабеля фиксируются положительные аномалии импульсного естественного переменного электромагнитного поля (рис. 4, б), а из рассмотрения графиков, характеризующих спектрометрию естественной радиоактивности покровных отложений по содержанию тория, следует, что несмотря на малое содержание этого элемента (в среднем 0,04%), устойчивые отрицательные аномалии выявляются на всех профилях в интервалах пикетов 20—40 (рис. 4, в) и, по всей видимости, обусловлены влиянием корневой системы деревьев, посаженных по обочинам асфальтового полотна по ул. Зорге.

Навыки экспериментальных наблюдений, приобретаемые студентами в рамках практических и лабораторных работ по курсам «Геофизические методы» и «Экологическая геофизика», закрепляются во время летних учебных практик. Последние проводятся как в Ростове-на-Дону и его окрестностях, так и на учебных полигонах «Белая речка»

в республике Адыгея и «Лиманчик» в районе пос. «Абрау-Дюрсо» на Черноморском побережье.

Рис. 5—7 иллюстрируют результаты геофизических работ при изучении линзы донных отложений, которые складировались на левом берегу реки «Темерник» при очистке её русла на территории Ботанического сада ЮФУ. Схема участка геофизических работ приведена на рис. 5. Объект изучался методами электроразведки и электропрофилирования (рис. 6), а также магниторазведки, радиоспектрометрии и сейсморазведки (рис. 7). Электро-разведочными и сейсмическим методами решались задачи по оценке: 1) глубины залегания грунтовых вод и идентичности по разрешающей способности методов вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и электропотенциального томографического зондирования (ЭПТЗ) (рис. 6, а и 7. в); 2) особенностей строения геологического разреза по данным ЭПТЗ (рис. 6, б), 3) обводнённости толщи и направления фильтрации подземных вод по данным электропрофилирования методами постоянного естественного электрического поля (ЕП) и пространственной электрической фильтрации (МПЭФ) (рис. 6, в, г) [2].

Для изучения степени загрязнённости линзы донных отложений использовались методы гамма-спектрометрии (рис. 7, а) и магнитометрии (рис. 7, б). При проведении сейсморазведочных работ методом преломлённых волн (МПВ) перед студентами ста-

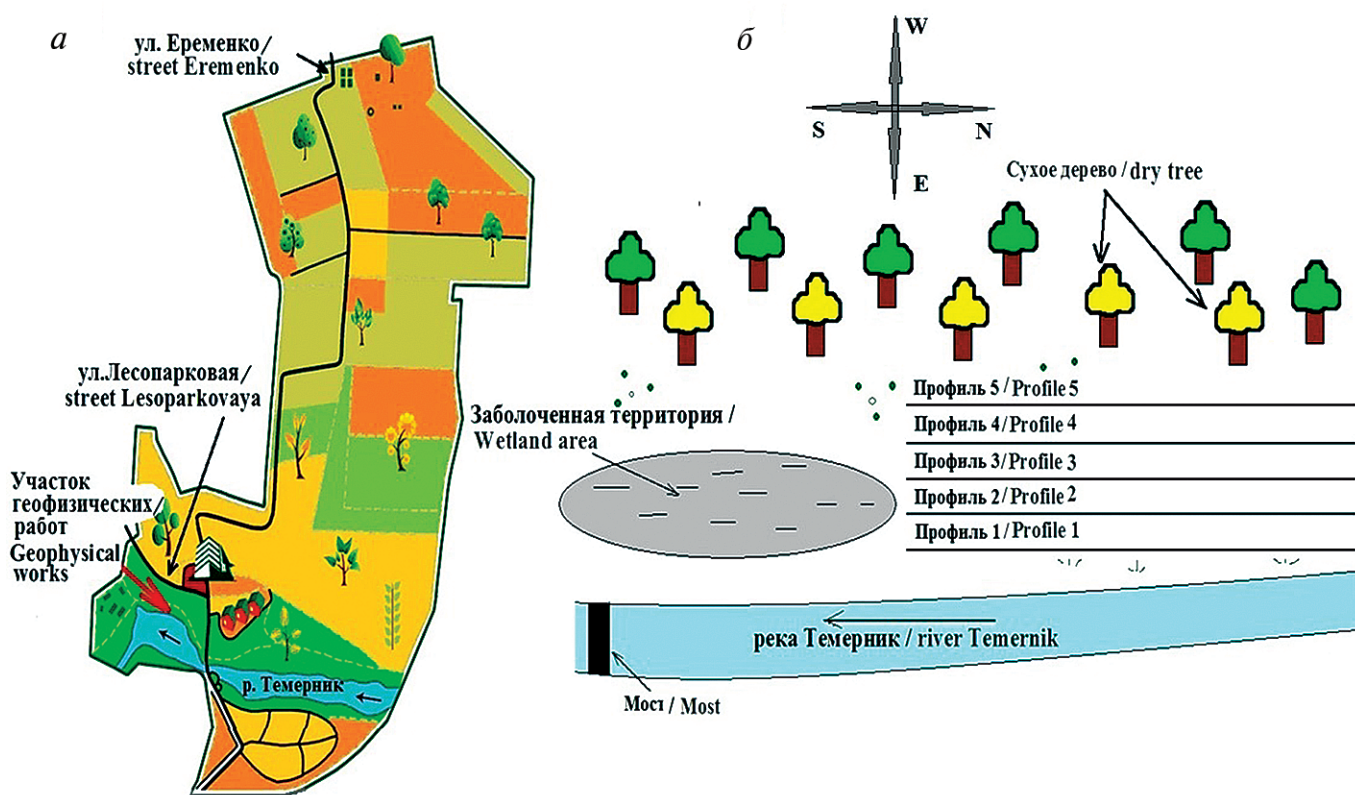


Рис. 5. Схема участка геофизических работ на левом берегу р. Темерник на территории Ботанического сада ЮФУ

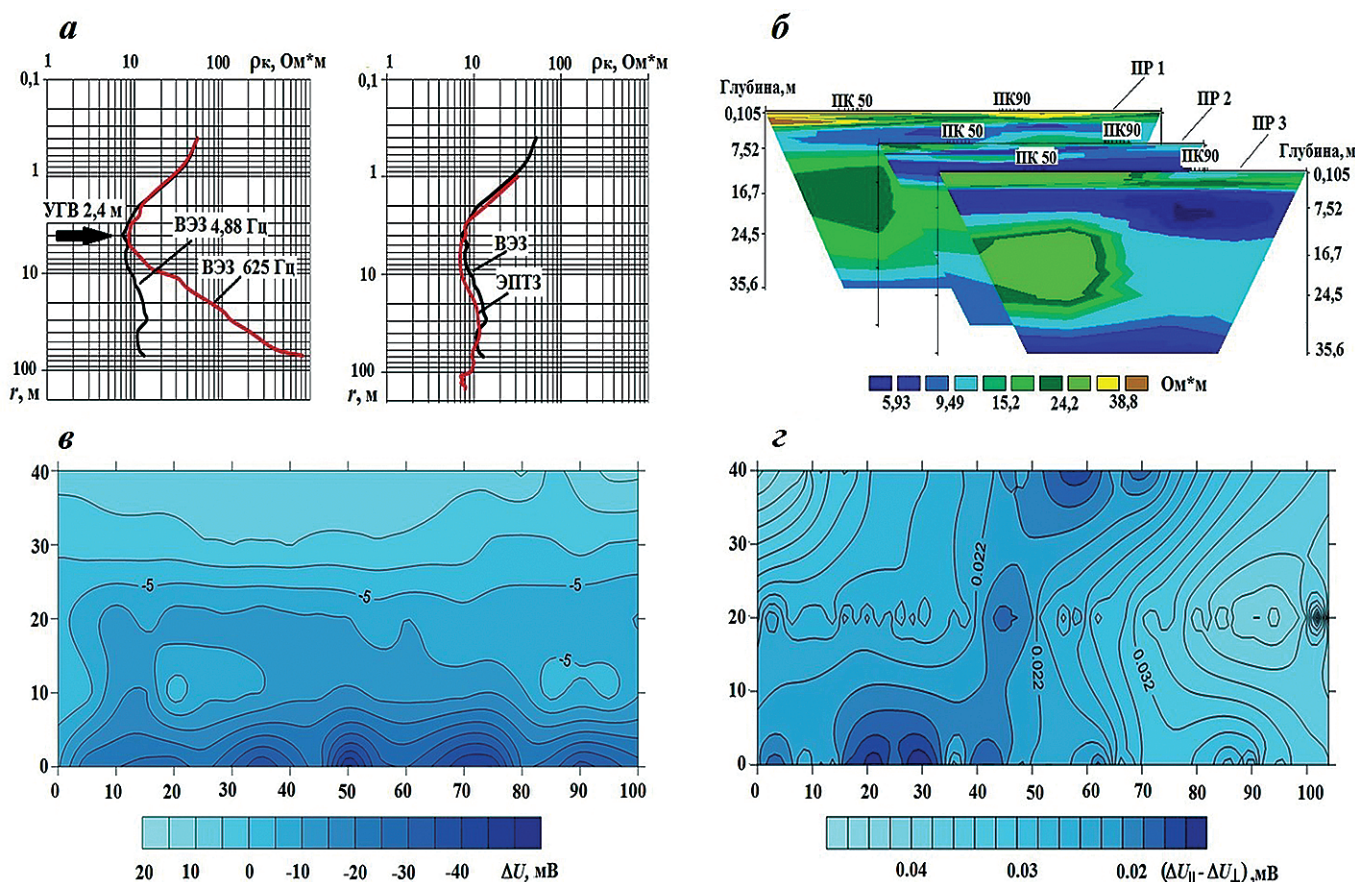


Рис. 6. Результаты электроразведочных работ методами: вертикального и электропотенциального томографического зондирования с построением геоэлектрического разреза (а, б) и постоянного естественного электрического поля и пространственной электрической фильтрации (в, г)

вилась задача по усвоению методики регистрации продольных и поперечных упругих волн в геологической среде с последующим построением сейсмологического разреза в программе «Zond» (рис. 7, в). Рассмотрение графиков на рис. 7 показывает, что аномальное поле по радиационной загрязнённости линзы квазиоднородно и не представляет опасности. Загрязнённость линзы металлическими предметами железистого ряда также невелика, при том, что колебания интенсивности магнитного поля на 5-м профиле более значительны по сравнению с таковыми по линии 4-го профиля. Уровень грунтовых вод на сейсмогеологическом разрезе по данным МПВ находится на глубине порядка 2,5 м и фиксируется границей различных скоростей поперечных волн 0,19 и 0,68 км/с.

Обратимся теперь к периоду 2011—2013 гг., связанному с переходом ИНОЗ на Болонскую систему (БС) образования, где основным нормативным документом является федеральный государственный отраслевой стандарт (ФГОС). Согласно положениям этого стандарта, комплекс изучаемых студентами предметов по одной и той же специализации получается неодинаковым. В то же время в периодической печати, а также в ведущих научных журналах [2, 7—12] всё чаще отмечается, что исполь-

зуемые в производственных и коммерческих структурах технологии меняются так быстро, что университеты не успевают запускать планы по подготовке специалистов под эти технологии. Это приводит к пониманию того, что система подготовки специалистов должна принципиальным образом перестраиваться. Таким образом, нужно уходить от линейной подготовки узкоспециализированных инженеров. Путь к этому лежит через анализ единых глубоко продуманных обязательных программ, созданных в период 50—80-х гг. XX в. [4—6]. Прогрессивной системой тогда являлось обучение студентов в первые два года по единой системе базовой инженерной подготовки. В направлениях по геологическим специальностям это большой почасовой объём для дисциплин общей геологии, иностранного языка, математики, физики, химии, IT-технологий, физики Земли, общей геофизики, структурной геологии, основ минералогии и петрографии. На этой широкой базовой подготовке студентам имеется возможность выбирать более узкую специализацию.

Заключение

Приступая к написанию статьи, автор ставил своей целью особо подчеркнуть значимость предпо-

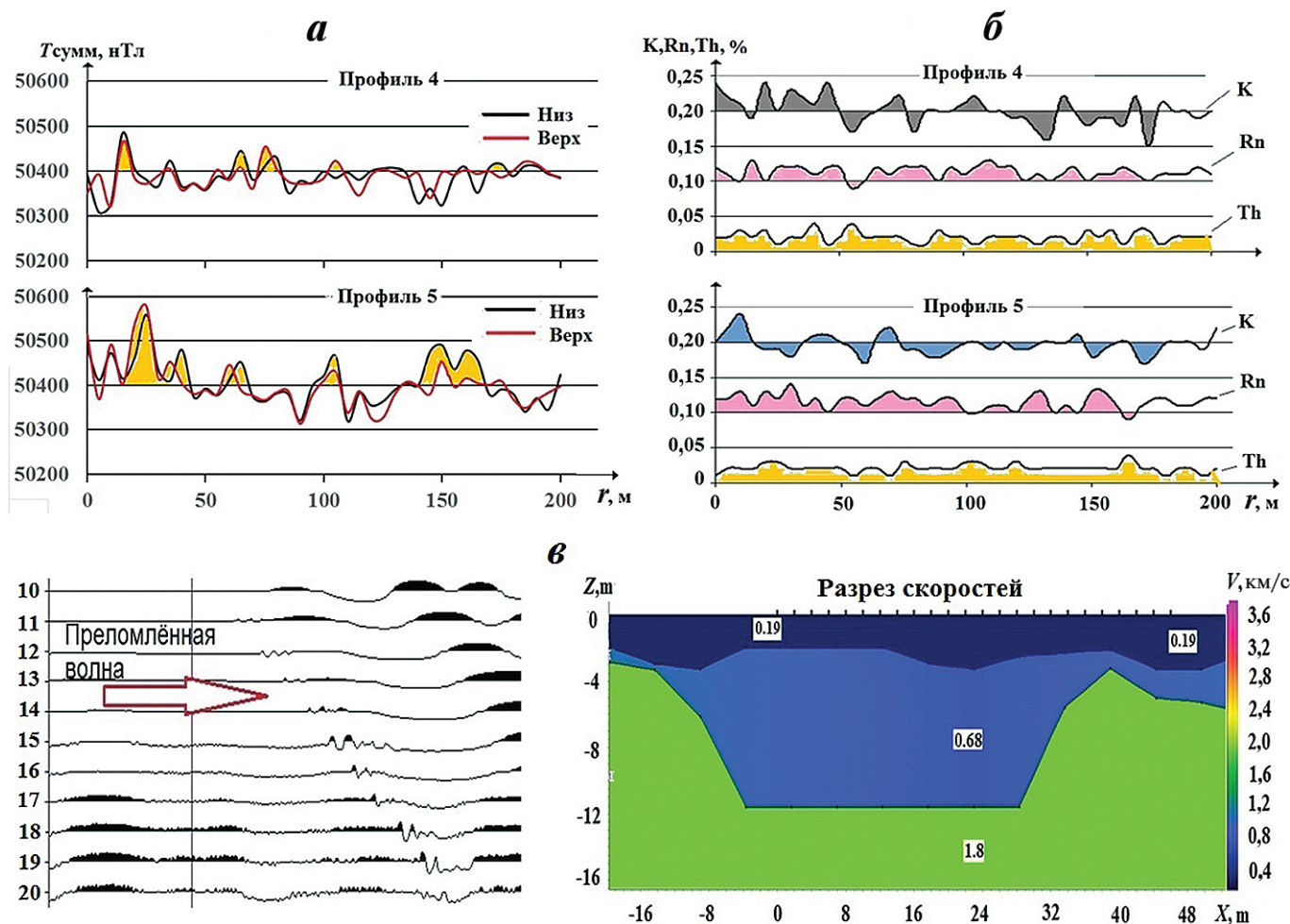


Рис. 7. Интенсивность радиационного (а) и магнитного (б) полей и сейсмогеологический разрез по результатам метода преломлённых волн (в) над линзой донных отложений на левом берегу р. Темерник на территории Ботанического сада ЮФУ в г. Ростове-на-Дону

давания геофизических дисциплин в ИНОЗ ЮФУ и других родственных вузах при подготовке инженеров-геологов и инженеров-геоэкологов. Актуальность проблемы диктуется современными требованиями, когда эффективность геолого-разведочных работ, включая вопросы охраны окружающей среды и экологических последствий, немыслима без применения и широкого использования геофизических методов. Опережающее изучение этими методами поисковых и разведочных площадей на начальных этапах позволяют получить первичную исходную информацию для прогнозирования и выявления нефтегазовых, рудных и нерудных полезных ископаемых, а в последующие стадии провести глубокую детализацию. С этой целью особое внимание в статье уделено целесообразности включения в процесс обучения полевых наблюдений, в том числе в условиях ограниченности наличия в вузах новых видов геофизической аппаратуры и специально оборудованных под эксперименты учебных аудиторий. Опыт показывает, что заинтересованность к изучаемому предмету значительно повышается: студенты в натуральных условиях получают информацию о существовании того или ино-

го геофизического поля и пытаются регистрируемым параметрам найти объяснение. Отсюда и начинается формирование системы знаний и представлений с пониманием физико-геологических процессов, происходящих в земной коре. Учитывая вышеизложенное, предлагается не только закрепить методику преподавания геофизики с включением практических работ, проводимых на натуральных объектах, но и существенно увеличить число часов на изучение теоретической части курса. В рамках Болонской системы образования это вполне возможно за счёт корректировки дисциплин вариативного ряда и тем самым воссоздания и усиления единой системы базовой инженерной подготовки. Это предложение, по мнению автора, справедливо и для ряда других базовых геологических дисциплин. Конечный результат должен быть один: подготовка высококвалифицированных инженеров-геологов, глубоко знающих геофизику, и также инженеров-геофизиков, в совершенстве освоивших фундаментальные геологические дисциплины. Иначе мы получим неполноценных специалистов, так называемых метропроцентов, которые оценивают запасы полезного ископаемого по фак-

тическим замерам пересечённого скважиной рудного объекта или нефтяного (угольного) пласта, без глубокого обоснования условий образования и

генетической природы и тем самым нередко ошибаются в истинном значении исследуемого объекта. Этого нельзя допускать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобачев А.А., Большаков Д.К., Модин И.Н., Шевнин В.А. *Электроразведка: пособие по электроразведочной практике для студентов геофизических специальностей*. Т. II. Малоглубинная электроразведка / Под ред. проф. В.А. Шевнина, доц. А.А. Бобачева. Изд. 2, перераб. и доп. М.: Изд.-во МГУ, 2013. 123 с.
2. Брянкин К.В., Авдеева А.В., Брянкина Л.В. Системы обеспечения качества образовательных программ на основе принципов болонского процесса // *Современные проблемы науки и образования*. 2018. № 1. RL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=27371> (дата обращения: 09.05.2018).
3. Дронова Е.А., Плешакова А.Н., Рудь Д.А., Фоменко Н.Е. Геоэкологическое обследование поймы реки Тёмный на территории Ботанического сада Южного федерального университета (ЮФУ) комплексом геофизических и геохимических методов // *Проблемы геологии и освоения недр. Труды XVI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 110-летию со дня основания горно-геологического образования в Сибири*. Томск: Изд.-во ТПИ, 2012. С. 530–532.
4. Костицын В.Н. Образовательная и научная деятельность кафедры геофизики Пермского государственного университета // *Геофизический вестник*. 2010. № 1. С. 14–18.
5. Мамышев В.Г. Геофизики и геологи будущего // *Геофизика*. 2015. №4. С. 57–64.
6. Попов В.В. Как нас учили и как учим мы // *Каротажник*. 2013. №2 (224). С. 96–113.
7. Романовская И.А. Развитие инновационной позиции преподавателей высшей школы в процессе организационного обучения // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 2. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=9093> (дата обращения: 09.05.2018).
8. Усова А.В., Яшалова Н.Н., Ильясов А.А., Рубан Д.А. Прикладные аспекты развития учебной мотивации студентов // *Вестник Череповецкого государственного университета*. 2017. №2 (77). С. 170–178.
9. Шнейдер Е.М., Димитрюк Ю.С., Тамошкина Е.В. Инновационные изменения в современном высшем образовании России // *Современные проблемы науки и образования*. 2017. № 5. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=26813> (дата обращения: 09.05.2018).
10. Baldridge W.S., Bedrosian P.A., Biehler S., Braile L.W., Ferguson J.F., Folsom M., Jiracek, G.R., Kelley S.A., McPhee D.K., Pellerin L., Snelson C.M. Summer of Applied Geophysical Experience (SAGE): Training for our future geoscientists. Vol. 34. Issue 10. October 2015. P. 1214–1219.
11. Paolo Dell'Aversana. Neurobiological Background of Exploration Geosciences. New Methods for Data Analysis Based on Cognitive Criteria // Chapter 8 – Applications to Education in Geosciences. 2017. P. 171–183.
12. Seong Won Han. National education systems and gender gaps in STEM occupational expectations // *International Journal of Educational Development*. 2016. July. Vol. 49. P. 175–187.

REFERENCES

1. Bobachev A.A., Bol'shakov D.K., Modin I.N., Shevnin V.A. *Elektrozvedka: posobie po ehlektrozvedochnoj praktike dlya studentov geofizicheskikh spetsial'nostej*. T.II. Maloglubinnaya ehlektrozvedka / Pod red. prof. V.A. Shevnina, dots. A.A. Bobacheva [Electric surveying: a textbook on electric surveying practice for students of geophysical specialties, vol. II, Shallow-depth electric surveying, edition. 2, revised and enlarged]. M., MSU Publ, 2013, 123 p. (in Russian).
2. Bryanin K.V., Avdeeva A.V., Bryankina L.V. Systems of quality provision for educational programs on the basis of principles of the Bologna process. *Journal of Computer-Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2018, no 1, RL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=27371> (date accessed: 09.05.2018). (in Russian).
3. Dronova E.A., Pleshakova A.N., Rud' D.A., Fomenko N.E. Geocological surveying of the floodplain of the Temernik River on the territory of the Botanical Garden of the Southern Federal University with a complex of geophysical and geochemical approaches. *Problemy geologii i osvoeniya neдр. Trudy XVI Mezhdunarodnogo simpoziuma imeni akademika M.A. Usova studentov i molodykh uchenykh, posvyashennogo 110-letiyu so dnya osnovaniya gorno-geologicheskogo obrazovaniya v Sibiri*. [Problems of Geology and exploitation of mineral resources. Proceedings of the XVI international Symposium named after academician M. A. Usov of students and young scientists, dedicated to the 110th anniversary of mining and geological education in Siberia], Tomsk, TPI Publ, 2012, pp. 530–532. (In Russian).
4. Kostitsyn V.N. Obrazovatel'naya i nauchnaya deyatel'nost' kafedry geofiziki Permskogo gosudarstvennogo universiteta. [Educational and scientific activity of the department of geophysics of the Perm State University] *Geofizicheskij vestnik — Geophysical Bulletin*, 2010, no 1, pp. 14–18. (In Russian).
5. Mamyashev V.G. Geofiziki i geologi budush-hego. [Geophysicists and geologists of the future] *Geofizika — Geophysics*, 2015, no 4, pp. 57–64. (In Russian).
6. Popov V.V. Kak nas uchili i kak uchim my. [How we were taught and how do we teach], *Karotazhnik — of Well logging*, 2013, no 2 (224), pp. 96–113. (In Russian).
7. Romanovskaya I.A. A development of innovation position of teachers of the higher school in the process of organizational learning. *Journal of Computer-Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2013, no 2. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=9093> (date accessed: 09.05.2018). (in Russian)
8. Usova A.V., Yashalova N.N., Il'yasov A.A., Ruban D.A. Prikladny'e aspekty` razvitiya uchebnoj motivacii studentov [Applied aspects of development students' educational motivation.] *Vestnik Cherepoveczkogo gosudarstvennogo universiteta — Herald of Cherepovets state University*, 2017, no 2(77), pp. 170–178. (In Russian).
9. Shnejder E.M., Dimitryuk YU.S., Tamoshkina E.V. Innovation changes in the modern higher education of Russia. *Journal of Computer-Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* 2017, no 5. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=26813> (date accessed: 09.05.2018). (in Russian)
10. Baldridge W.S., Bedrosian, P.A., Biehler S., Braile L.W., Ferguson J.F., Folsom M., Jiracek, G.R., Kelley S.A., McPhee D.K., Pellerin L., Snelson C.M. Summer of Applied Geophysical Experience (SAGE): Training for our future geoscientists, vol. 34, Issue 10, October 2015, pp. 1214–1219.
11. Paolo Dell'Aversana. Neurobiological Background of Exploration Geosciences. *New Methods for Data Analysis Based on Cognitive Criteria, Chapter 8 — Applications to Education in Geosciences*, 2017, pp. 171–183.
12. Seong Won Han. National education systems and gender gaps in STEM occupational expectations. *International Journal of Educational Development*, vol. 49, July 2016, pp. 175–187.