



УДК 551.243.4+553.98

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ДИСЛОКАЦИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА – КЛЮЧ ДЛЯ ПОНИМАНИЯ СТРОЕНИЯ РЕГИОНА И РЕШЕНИЯ НЕФТЕГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE DISLOCATIONS OF THE NORTH-WEST CAUCASUS IS THE KEY TO UNDERSTANDING THE STRUCTURE OF THE REGION AND SOLUTIONS TO OIL AND GAS PROBLEMS

Попков Иван Васильевич

кандидат геолого-минералогических наук,
доцент кафедры региональной и морской геологии,
Кубанский государственный университет
geoskubsu@mail.ru

Попков Василий Иванович

доктор геолого-минералогических наук,
профессор, академик РАЕН,
кафедра региональной и морской геологии,
Кубанский государственный университет
iv-popkov@mail.ru

Аннотация. Изучение морфологии тектонических дислокаций Северо-Западного Кавказа в естественных обнажениях позволяет более объективно подойти к расшифровке его глубинной структуры. Предложены непротиворечивые модели возможных ловушек нефти и газа.

Ключевые слова: складки, надвиги, ловушки, нефть и газ.

Popkov Ivan Vasilyevich

Candidate of Geological and
Mineralogical Sciences,
Young Scientist of Regional and
Marine Geology,
Kuban State University
geoskubsu@mail.ru

Popkov Vasily Ivanovich

Doctor of Geological and
Mineralogical Sciences, Professor,
Academician of the Russian Academy of
Sciences,
Professor of the Department of
Regional and Marine Geology,
Kuban State University
iv-popkov@mail.ru

Annotation. The study of the morphology of tectonic dislocations of the Northwestern Caucasus in natural outcrops allows a more objective approach to deciphering its deep structure. Consistent models of possible oil and gas traps are proposed.

Keywords: folds, thrusts, traps, oil and gas.

В последние годы достигнуты несомненные успехи в расшифровке региональной структуры Северо-Западного Кавказа, где построения выполнены с учетом современных методик и представлений о строении мобильных зон земной коры [1–6]. Гораздо сложнее обстоят дела в прикладной области – практике нефтепоисковых работ. Используемые при планировании геологоразведочных работ структурные и геодинамические построения основаны на устаревших представлениях о примате вертикальных тектонических движений, или же они не палинспастичны. Соответственно подобные построения не являются полностью адекватными реальной геологической ситуации и, следовательно, не могут служить надежной основой для ведения поисково-разведочных работ.

Основным методом картирования ловушек углеводородов (УВ) является сейсморазведка. Правильность интерпретации сейсморазведочных данных зависит от опыта интерпретатора, принятой теоретической концепции, качества геофизического материала, его обработки и объема глубокого бурения. По одним и тем же геолого-геофизическим данным может быть составлено несколько вариантов моделей строения. Выбрать из них один, наиболее правильный, бывает сложно. Это приводит к противоречивым оценкам перспектив и недостаточно обоснованным критериям поисков полезных ископаемых, что влияет на эффективность работ.

Критерием достоверности выполненных построений является соответствие созданных интерпретатором моделей реальной геологической дислокациям, наблюдаемых в естественных обнажениях и объективно существующих в природе вне зависимости от наших теоретических предпочтений [3, 4]. Важно отметить один из принципов тектоники, согласно которому морфология больших и малых структурных форм – сходная. Поэтому дислокации в обнажениях могут служить эталоном и ключом для правильного понимания крупных структур, интерпретируемых по материалам сейсморазведки или рисуемых по геологическим данным.

В связи с этим в наших исследованиях было уделено большое внимание изучению дислокаций в естественных обнажениях [4–6]. Были выделены и описаны взбросы и надвиги различной морфологии: от относительно простых до «У-образных», чешуйчатых и веерообразных, сложных дуплексов и рамповых структур. Произведена документация сдвигов и интересных деталей их морфологии. На рисунке 1 приведены примеры некоторых складчатых и разрывных дислокаций.

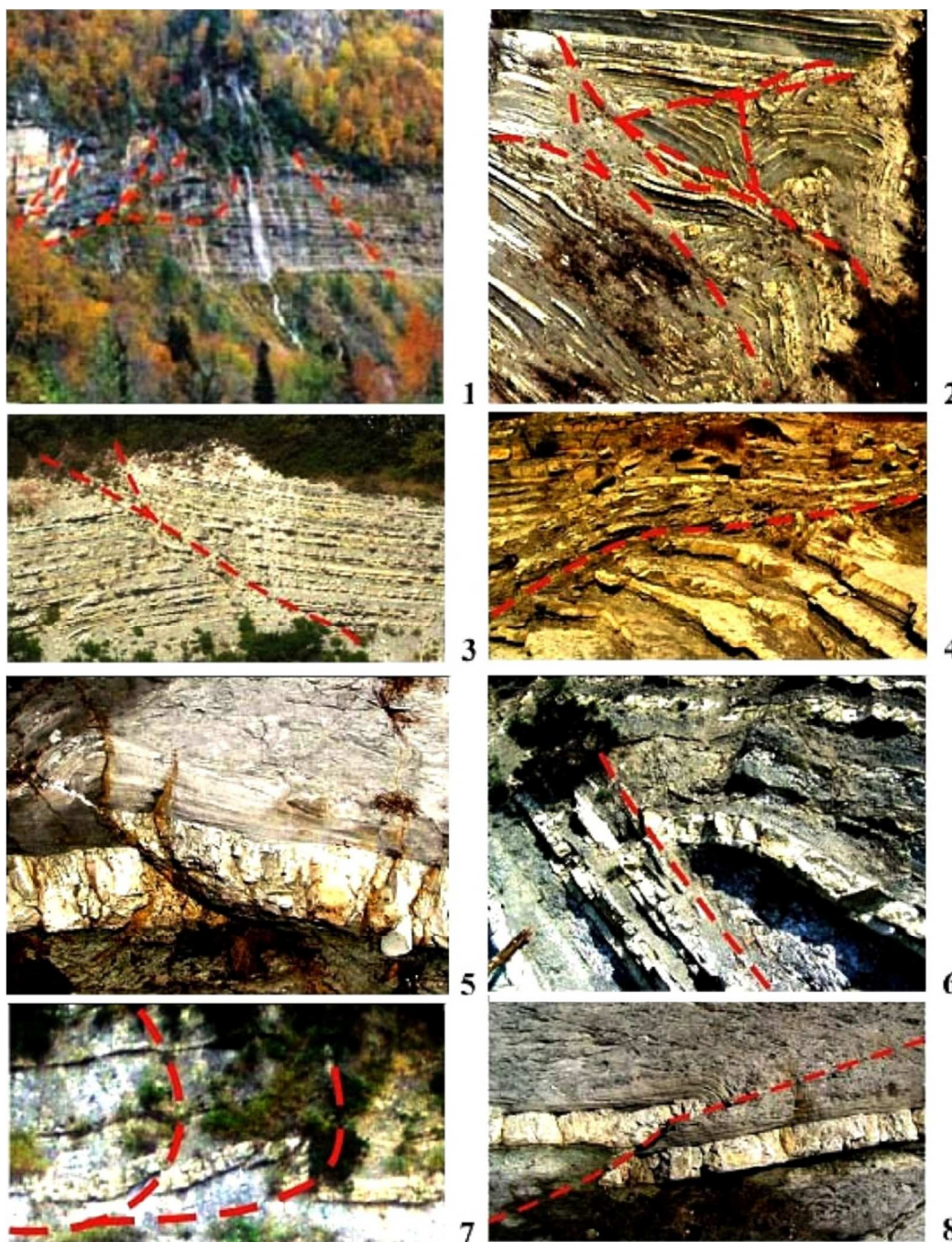


Рисунок 1 – Примеры складчато-надвиговых дислокаций:

- 1 – чешуйчатый надвиг; 2 – сложно построенная система дуплексов;
- 3 – простой надвиг; 4 – пологий надвиг – часть тектонического покрова;
- 5 – чешуйчатый надвиг и фронтальная антиклиналь; 6 – послыйный срыв и принадвиговая складка;
- 7 – листрические надвиги и связанные с ними складчатые дислокации;
- 8 – пологий надвиг и фронтальная антиклиналь

Наглядным примером могут служить складки, связанные с листрическими разрывами (рис. 1.7). Характерной их особенностью является выполаживание плоскости сместителя с глубиной, дугообразная в плане форма разрывов, смещение свода принадвиговой антиклинали в более глубоких стратиграфических горизонтах в соответствии с поведением контролирующего ее надвига. В качестве природного тектонотипа складчато-надвиговых дислокаций может служить наблюдаемый в флишевой толще чешуйчатый надвиг и связанная с ним фронтальная складка (рис. 1.5). Механизм формирования данного типа дислокаций совершенно очевиден.

Вследствие трения при перемещении крыльев по субслоистому срыву, породы могут образовывать бескорневые принадвиговые асимметричные складки (рис. 1.6). На сейсмических разрезах такие срывы не видны, поэтому при их интерпретации появление в слоистой толще подобного рода



крупных поднятий, не имеющих «корней» и не нарушенных секущими разрывами, приводит часто к необоснованному выделению биогермных построек.

Весьма сложно построенной ловушкой УВ может являться многоярусная система дуплексов (рис. 1.2). Подобные структуры являются типичными для многих складчато-орогенных зон, однако в предшествующих работах по Северо-Западному Кавказу описание таких дислокаций мы не встречали.

Установленные морфологические особенности дислокаций были использованы при построении серии сбалансированных геологических и геолого-геофизических разрезов Северо-Западного Кавказа [1–3], на которых вертикальный и горизонтальный масштабы приведены в соотношение 1:1, что не искажает реальную морфологию складок и разрывов. Применение методических приемов балансировки предусматривает возможность приведения в первоначальное доскладчатое положение изображенных на разрезе дислоцированных толщ. При таком «распрямлении» разреза не должно появляться как разрывов слоев по латерали с образованием «дыр», так и избыточной длины отдельных частей разреза. Составленные таким образом разрезы не противоречат ни поверхностной геологии, ни общей организации структуры Северо-Западного Кавказа, ни общетеоретической концепции строения складчатых систем. Некоторые из таких разрезов приведены на рисунках 2–4.

Выполненные построения достаточно наглядно освещают строение как отдельных дислокаций, так и структурные особенности крупных тектонических элементов Северо-Западного Кавказа и надвиговый характер его сопряжения со смежными краевыми прогибами. Установлено, что Псебепско-Гойтхский антиклинорий и Собербаш-Гунайский синклинорий рассечены более мелкими надвигами, прослеживающимися на десятки километров. В результате эти крупные структурные элементы оказываются нарезанными на ряд тектонических чешуй, вытянутых в плане в виде полос субширотного простирания и последовательно надвинутых одна на другую в северном направлении. Тыловые части чешуй при этом в той или иной степени перекрыты более южными аллохтонами, в результате чего между ними иногда отсутствуют разделяющие их синклинали. К югу от осевой части Псебепско-Гойтхского антиклинория наблюдается зеркальная картина.

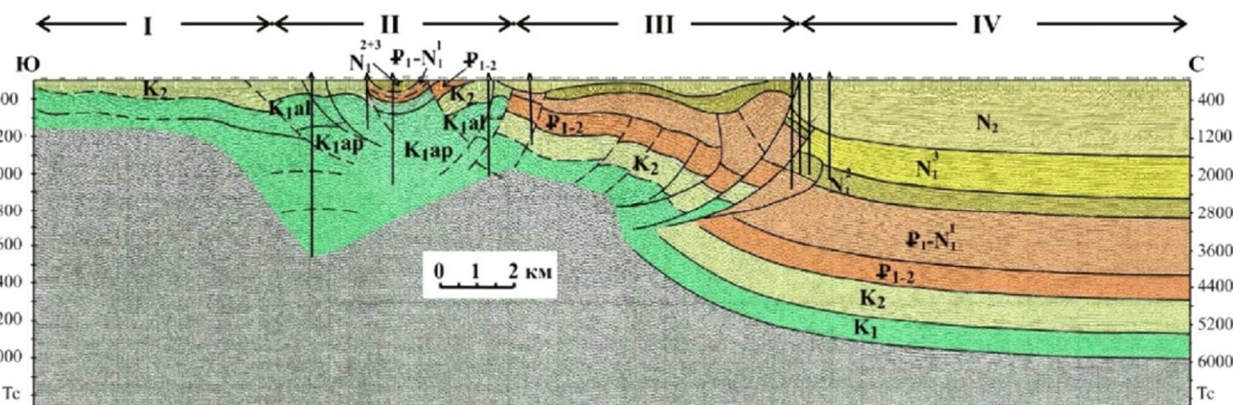


Рисунок 2 – Сбалансированный сейсмогеологический разрез по профилю 130 520.

На рисунке 2, 3 и 4: I – Новороссийско-Лазаревский синклинорий, II – Псебепско-Гойтхский антиклинорий, III – Собербаш-Гунайский синклинорий, IV – Западно-Кубанский краевой прогиб

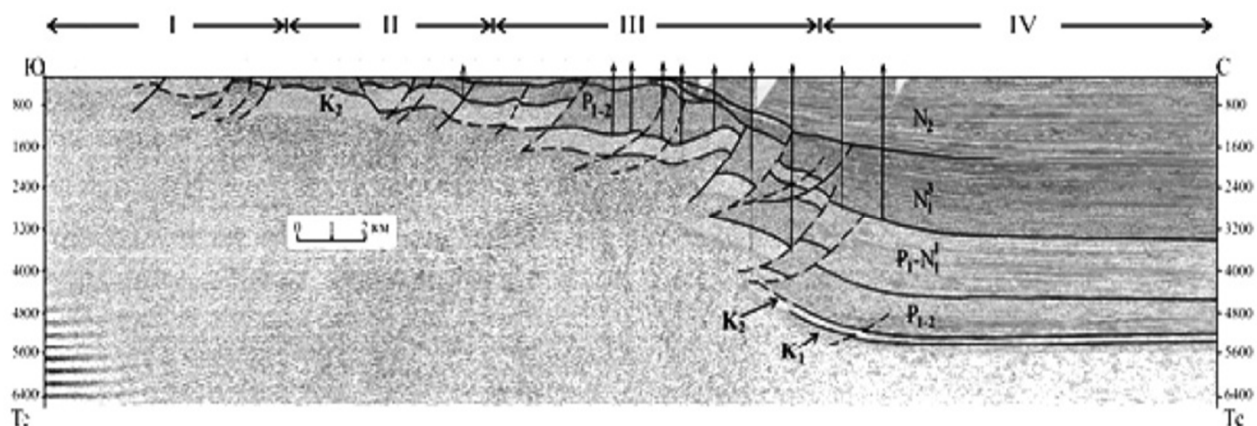


Рисунок 3 – Сбалансированный сейсмогеологический разрез по профилю 130 521

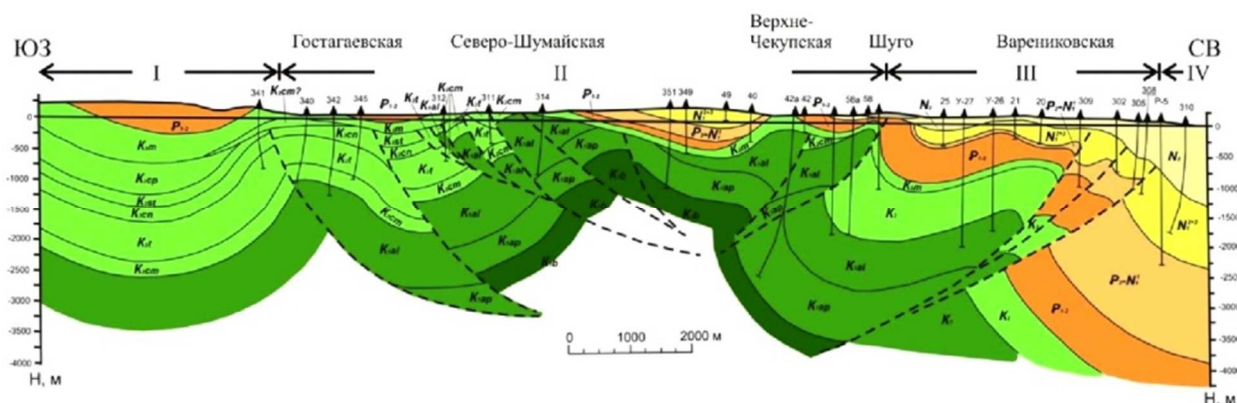


Рисунок 4 – Сбалансированный геологический разрез, иллюстрирующий чешуйчато-надвиговое строение Северо-Западного Кавказа

Надвиговые дислокации имеют четко выраженное листрическое строение, т.е. они имеют крутые, иногда близвертикальные плоскости сместителей во фронтальной части, быстро выполаживающиеся соответственно с направлением падения плоскости надвигов с переходом в субгоризонтальные срывы. То есть здесь мы наблюдаем достаточно универсальную закономерность в строении такого типа структур, обусловленную механизмом их формирования под воздействием сил бокового сжатия, а именно: трансформацию горизонтальных тектонических движений в вертикальные во фронтальных частях чешуй с образованием характерных складчато-надвиговых дислокаций [1].

Проведенные исследования свидетельствуют, что главным типом ловушек УВ здесь являются антиклинальные складки, приуроченные к фронтальным частям надвигов [5, 6]. Антиклинали асимметричны с более крутыми крыльями, прижатыми к надвигам. Углы наклона слоев на них колеблются в широких пределах, достигая 80–90°, иногда они даже опрокидываются в сторону движения надвига.

Крайне важным является следующий установленный факт: складки, приуроченные к фронту надвига, по мере выполаживания последнего с глубиной закономерно смещаются вместе с ним в сторону падения плоскости сместителя. При этом они могут уменьшаться в амплитуде вплоть до полного расформирования. Смещение в плане сводов поднятий достигает сотен и более метров. Последний факт крайне важен при постановке глубокого бурения. Основываясь только на структурном плане верхних стратиграфических горизонтов при целевых более глубоких объектах, можно не вскрыть их и вывести площадь из бурения как бесперспективную. В тоже время, при недостаточности фактического материала о глубинном строении объекта наличие асимметричного крутого крыла складки может служить указанием на направление падения контролирующего её надвига и планового смещения свода по более древним отложениям.

Антиклинали обычно в той или иной мере нарушены второстепенными разрывами, которые могут усложнять строение залежей УВ. При этом фронтальные складки более раздроблены по сравнению с тыловыми, что может повлиять также на фазовый состав УВ в залежах.

Широким развитием в зонах складчато-надвиговых дислокаций пользуются тектонически экранированные ловушки [6], наиболее часто встречающиеся в опущенных крыльях. Надвиги в этом случае могут служить экранами, препятствуя латеральной миграции УВ и способствуя их аккумуляции.

Особый тип ловушек, которому в настоящее время практически не уделяется внимания, – это ловушки дислокационного эпигенеза. При значительном проявлении тангенциального стресса во фронтальной части крупных надвигов могут образовываться зоны приразломного смятия горных пород. В случае развития карбонатного типа разреза дислокационные процессы приводят к улучшению емкостно-фильтрационных свойств пород за счет трещинообразования и процессов выщелачивания. Такие зоны дробления могут способствовать формированию массивных залежей УВ, морфология резервуара которых будет определяться формой зоны дезинтеграции пород. Приурочены они могут быть как к фронтальной части надвигов, так и к сдвигам.

Несомненно, что широкое развитие в зонах складчато-надвиговых дислокаций имеют комбинированные ловушки, которые могут сочетать в себе элементы перечисленных выше ловушек.

Что касается поднадвиговых зон, то на сегодняшний день они практически не изучены [5–6]. Исследование их геологического строения и нефтегазоносности – задача ближайшего будущего. Одним из первоочередных районов, который может представлять значительный интерес, представляет поднадвиговая часть Ахтырского аллохтона.

Широко распространено мнение о необходимости поисков поднадвиговых структур на опущенных крыльях надвигов. Следует, однако, отметить, что формирование таких дислокаций разными авторами понимается по-разному. Нередко исследователи считают, что поднадвиговые складки пред-



ставляют собой непосредственное продолжение единой антиклинальной структуры, разорванной надвигом. Это мнение основано на ошибочном признании первичности складок и вторичности надвигов. Как было показано ранее [1], поднадвиговые дислокации принадлежат к нижележащей автохтонной структуре и, следовательно, представляют собой самостоятельные пликативные осложнения подстилающих отложений. Здесь могут быть обнаружены практически любые из известных ловушек нефти и газа.

Таким образом, выполненный структурный анализ позволяет предложить наиболее достоверные и непротиворечивые модели ловушек нефти и газа, образовавшихся в складчато-орогенной области Северо-Западного Кавказа в обстановке мощного тангенциального сжатия. Раскрытие региональных закономерностей строения и эволюции исследуемой территории позволяет также наметить новые перспективные районы и объекты поисков скоплений нефти и газа, предложить рациональный комплекс геологоразведочных работ.

Литература:

1. Попков В.И. Чешуйчато-надвиговое строение Северо-Западного Кавказа // Доклады АН. – 2006. – Т. 411. – № 2. – С. 223–225.
2. Попков И.В. Новые представления о строении и перспективах нефтегазоносности Северо-Западного Кавказа по данным сейсморазведки // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 4 (47). – С. 46–51.
3. Попков И.В. К вопросу о методике изучения морфологии и условий формирования ловушек УВ в складчато-орогенных зонах и областях развития грязевого вулканизма // Геология, география и глобальная энергия. – 2013. – № 4 (51). – С. 52–59.
4. Попков В.И., Попков И.В. Изучение малых структурных форм – ключ к пониманию возможных типов ловушек нефти и газа в пределах Северо-Западного Кавказа // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук республики Башкортостан. – 2015. – № 21. – С. 3–7.
5. Попков В. И., Попков И.В. Возможные типы ловушек УВ в складчато-орогенных зонах (на примере Северо-Западного Кавказа) // Геология, география и глобальная энергия. – 2014. – № 3 (58). – С. 9–18.
6. Попков В.И., Попков И.В. Структурно-тектонические предпосылки нефтегазоносности и возможные типы ловушек нефти и газа в складчато-орогенных зонах на примере Северо-Западного Кавказа // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2017. – Т. 12. – № 2. – URL : http://www.ngtp.ru/rub/4/14_2017.pdf

References:

1. Popkov V.I. Scaly-thrust structure of the North-West Caucasus // Doklady AN. – 2006. – Vol. 411. – № 2. – P. 223–225.
2. Popkov I.V. New ideas about the structure and prospects of oil and gas potential of the North-West Caucasus according to seismic data // Geology, geography, and global energy. – 2012. – № 4 (47). – P. 46–51.
3. Popkov I. V. On the method of studying the morphology and conditions of formation of hydrocarbon traps in folded-orogenic zones and areas of mud volcanism development // Geology, geography, and global energy. – 2013. – № 4 (51). – P. 52–59.
4. Popkov V.I., Popkov I.V. The study of small structural forms – the key to understanding possible types of oil and gas traps within the North-West Caucasus // Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. – 2015. – № 21. – P. 3–7.
5. Popkov V.I., Popkov I.V. Possible types of hydrocarbon traps in folded-orogenic zones (on the example of the North-West Caucasus) // Geology, Geography and Global Energy. – 2014. – № 3 (58). – P. 9–18.
6. Popkov V.I., Popkov I.V. Structural-tectonic prerequisites of oil and gas potential and possible types of oil and gas traps in folded-orogenic zones on the example of the North-West Caucasus. Theory and practice. – 2017. – Vol. 12. – № 2. – URL : http://www.ngtp.ru/rub/4/14_2017.pdf