

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

*С.П. Евдокимов**

**Смоленский государственный университет
г. Смоленск, Россия, esppaleo@smolensk.ru*

CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF LAND-USE IN SMOLENSK REGION

S.P. Evdokimov

*Smolensk State University
Smolensk, Russia, esppaleo@smolensk.ru*

Abstract. The article presents results of the study of the dynamics of changes in the geological environment and relief as the basic foundation of the landscape within the Smolensk region. It was carried out the synthesis and digitization of materials for the integrated study of the natural conditions with an assessment of their changes under the influence of human activities. Also it was used remote sensing and the landscape-indicator methods. The research is aimed at developing monitoring and prediction of the transformation of the geological environment and the using of agricultural land.

Keywords: monitoring, forecast, geological environment, relief, land resources, anthropogenic pressures, geographic information systems, interpretation of satellite data, landscape, zoning.

Введение. В 1977–1980 гг. большим коллективом исследователей под руководством академика Е.М. Сергеева было выполнено изучение Нечерноземной зоны Российской Федерации, результатом которого стало составление ряда специальных мелкомасштабных карт, характеризующих геологическую среду и земельные ресурсы. Материалы исследования были рассчитаны на широкий круг пользователей: агрономов, мелиораторов, почвоведов, геологов различного профиля, строителей дорог, трубопроводов и других линейных сооружений, градостроителей, экономистов, руководящих работников, занимающихся перспективами народного хозяйственного развития и освоения российского Нечерноземья [3].

Нами была поставлена цель – разработать принципы и подходы для мониторинга и прогноза трансформации геологической среды и сельскохозяйственного использования земельных ресурсов Нечерноземной зоны Российской Федерации [2]. На первом этапе осуществлялись сбор, анализ и обобщение имеющихся материалов об эколого-геологическом состоянии Нечерноземной зоны РФ, методологии и методах исследования. Проведена систематизация информации о состоянии геологической среды (обзор литературы, определение комплекса показателей, анализ существующих подходов оценки состояния геологической среды), произведен выбор и обоснование модельных территорий исследования. Собрана эколого-геологическая информация и начато создание базы данных по состоянию геологической среды на региональном и локальном уровнях. Разработана методика выполнения проекта, которая предусматривает обобщение и оцифровку материалов по комплексному изучению природных условий Нечерноземной зоны с оценкой их изменений под влиянием деятельности человека (1977–2017 гг.), использование материалов дистанционного зондирования Земли, ландшафтно-индикационных методов.

Постановка проблемы. За прошедший 35-летний период в этой зоне произошли большие изменения. Прекращены мелиоративные работы, заброшены месторождения полезных ископаемых, но активизировалась добыча других ресурсов, многие сельскохозяйственные угодья зарастают кустарником и мелколесьем и т.д. Возникает проблема оценки произошедших изменений и совершенствования на этой основе природопользования. Выполнение подобных исследований предусматривает обобщение и оцифровку материалов по комплексному изучению природных условий Нечерноземной зоны с оценкой их изменений под влиянием деятельности человека, использование материалов дистанционного зондирования Земли, разработку ландшафтно-индикационных методов [2]. Современные методы дистанционного зондирования Земли и ГИС – технологии позволяют провести сопоставление результатов прежних исследований с современной ситуацией значительно меньшими усилиями и затратами.

Материалы и методы исследований. Цифровая модель рельефа является исходной для всех гидрологических и геоморфологических исследований геоинформационными методами. Она представляет собой растровое покрытие Grid-тему, где каждой ячейке растра соответствует определенное значение высоты рельефа местности. Это покрытие является сплошным, что выгодно отличает его от векторного изображения изолиний и точек высот. Однако, как и всякие модели построенные методом математической экстраполяции цифровая модель рельефа имеет погрешность, которая зависит от точности исходных данных и методов экстраполяции. Цифровая модель рельефа была создана на основе топографической карты масштаба 1:200 000 с сечением горизонталей 10 м. Также учитывались гидрография, отметки высот, и урез воды. Размер ячейки растра 100x100 м. Точность цифровой модели рельефа достаточна для проведения регионального исследования.

Предполевым этапом включает в себя проектирование работы и подготовку к полевым исследованиям. Полевой этап разделяется на два основных вида работ: рекогносцировочное маршрутное обследование и изучение опорных разрезов. По числу крупных ландшафтных районов подверглось обследованию 20 участков на вершинных поверхностях и 20 в долинах рек. Среднее расстояние между участками составило около 50 км. Общая протяженность маршрутов составила 1200 км при хорошей проходимости и средней сложности геологического строения.

Одним из наиболее важных этапов исследования является ландшафтное районирование территории. В природе существует бесчисленное множество разнообразных по размеру и качеству ландшафтов. Индивидуальность природных комплексов различного ранга неодинакова, степень ее понижается по мере уменьшения размеров. Крупные комплексы наиболее индивидуальны. Условно принято, что крупные природные комплексы являются индивидуальными, или региональными. Теория и практика выделения, систематизации, картирования и описания региональных ландшафтов получили название физико-географического, или ландшафтного, районирования.

Анализ работ по физико-географическому районированию показывает слабую разработанность принципов выделения и систематизации ландшафтных единиц различного ранга. Слабость разработки проявляется в большом разнообразии существующих схем районирования. Это связано, на наш взгляд, с отсутствием в большинстве случаев твердых, прежде всего количественных, критериев дифференциации ландшафтной сферы, особенно на региональном и местном (локальном) уровнях. Возьмем за основу среднемасштабного физико-географического районирования наиболее распространенные критерии, а также изложим некоторые представления относительно этого вопроса.

При физико-географическом районировании мы будем пользоваться следующими таксонами: зона (подзона), провинция (подпровинция), район (подрайон), интрарайон.

Ландшафтная (физико-географическая, природная) зона выделяется по климатическим и биогеографическим (биоклиматическим) особенностям, связанным с неравномерным распределением лучистой энергии Солнца на поверхности Земли, что приводит к изменению по широте интенсивности круговорота тепла и влаги и, как следствие, к образованию зональных типов круговорота минеральных и органических веществ. В вопросе выделения природных зон в настоящее время нет принципиальных разногласий среди физикогеографов. Зона обычно подразделяется (как правило, довольно условно, хотя и достаточно однотипно) по широте на три части: северную, среднюю (центральную) и южную подзоны.

Ландшафтная (физико-географическая) провинция выделяется в пределах ландшафтной зоны по орогеоморфологическим признакам, то есть по основным структурам рельефа, соответствующим морфоструктурам второго порядка. Она обособляется в основном под влиянием неотектонических движений земной коры. Общность происхождения территории приводит, прежде всего, к единству типов рельефа, единому генезису и близкой мощности неоген-четвертичных отложений. При большом меридиональном простираании ландшафтной провинции может состоять из подпровинций, соответствующих ландшафтным подзонам в пределах данной морфоструктуры. Ландшафтная провинция является общепринятой таксономической единицей и выделяется сравнительно однозначно.

Наибольшее различие в выборе критериев физико-географического районирования прослеживается при выделении ландшафтных (физико-географических) районов. Дифференциацию ландшафтной сферы на уровне физико-географических районов мы будем осуществлять на основе следующих принципов. Во-первых, районы выделяются по геолого-геоморфологическим признакам. В геоморфологическом отношении они соответствуют морфоструктурам третьего и четвертого порядков. Геологическое строение (прежде всего литология поверхностных отложений) является дополнительным признаком. Во-вторых, междолинные и долинные ландшафты районированы отдельно. Междолинные пространства практически всегда заметно превышают по площади долинные (обычно в 2–3 раза) и, обладая большим разнообразием природных условий, обуславливают основу ландшафтной структуры всей территории, ее фон. Поэтому выделяющиеся на междолинных пространствах районы являются доминантными фоновыми. Таким образом, районы, выделяющиеся в долинах, будут заключены между основными районами и в целом второстепенными в ландшафтной структуре территории. В целях удобства различения этих видов районов назовем последние интрарайонами (от лат. интра – внутри).

Конкретными критериями выделения районов являются размеры рек. Этому рангу соответствуют в основном средние и большие реки (с длиной более 100 км). Выделение районов осуществляется по долинам этих рек в среднем и нижнем течении. Верховья их могут быть продолжением границ районов, но часто являются границами более низкого ранга.

В пределах района могут выделяться ландшафтные подрайоны, например, при большей дифференциации его геологических условий. Резкое изменение состава и свойств горных пород вызывает изменение всех частей ландшафтов, формирующихся на этих породах, что и оправдывает выделение данной вспомогательной таксономической единицы. Физико-географические интрарайоны, выделяющиеся в долинах больших и крупных средних рек (с длиной более 300 км), могут подразделяться на подрайоны при наличии в этих долинах сужений.

Интересным и сложным является вопрос о границах данных таксономических единиц ландшафтов. Учитывая, что районы и интрарайоны соответствуют междолинным пространствам и долинам, граница их должна, в принципе, проводиться по бровке долины. Однако специфика коренного склона (активного борта)

речных долин – большая близость протекающих здесь процессов процессам, характерным для междолинных комплексов, обуславливает возможность и необходимость проведения рассматриваемой границы по подножию коренного склона. В случае постепенности перехода от междолинной поверхности к долине их граница проводится по внешней границе террасовых комплексов. Естественные эрозионные формы рельефа (овраги, долины, ложбины, балки, долины малых рек и ручьев) пересекаются, то есть граница проводится с учетом восстановленного рельефа. Граница провинции периодически совпадает с границами районов. Интрарайоны же могут ею пересекаться, как пересекаются второстепенные эрозионные формы рельефа границей районов. В обоих случаях пересечения границы показывается условно. При совпадении границ разного ранга на карте показывается граница более высокого ранга.

Количество мелких природных комплексов значительно возрастает, что вызывает необходимость их типизации, ибо дать описание становится возможным благодаря возрастанию степени типичности черт компонентов, слагающих эти ландшафты. Например, выделение физико-географических местностей, урочищ, фаций осуществляется, прежде всего, по хорошо типизируемым формам и элементам форм рельефа.

Типизацию ландшафтов можно осуществлять по любому из их признаков, в частности, по особенностям одного или нескольких ландшафтообразующих факторов. Из трех относительно независимых факторов ландшафтообразования (геолого-геоморфологического, климатического, действие которого визуально проявляется через особенности почвенно-растительного покрова, и антропогенного) в среднем масштабе наиболее информативным для классификации является геолого-геоморфологический фактор. Почвенно-растительный покров, сильно измененный действием антропогенного фактора, не может служить основой для типизации естественных ландшафтов. Особенности почвенно-растительного покрова учитываются при детальной характеристике ландшафта на уровне типов местности, урочищ и фаций. Выбирая в качестве основного дифференцирующего фактора геолого-геоморфологическую основу мы помним об условности такого подхода к классификации ландшафтов.

По местоположению в рельефе ландшафты подразделяются на две большие группы: междолинные и долинные. Функциональной особенностью междолинных ландшафтов будет резкое преобладание процессов эрозии и денудации над аккумулятивными процессами. В долинных ландшафтах типичными процессами являются аккумулятивные, на фоне которых протекают процессы сноса и транзита вещества.

Междолинные ландшафты, в свою очередь, подразделяются на ландшафты вершинных поверхностей и склонов. Среди долинных можно выделить ландшафты коренного склона долины, террасовые и пойменные. Овражно-балочные ландшафты большей частью располагаются на междолинных пространствах, но часто секут и часть долин, в основном террасы, редко пойму вплоть до русла реки. Необходимо обратить внимание на то, что коренной склон (активный борт) долины обладает двойственностью свойств. Он относится к долине в генетическом плане, но в функциональном, то есть в отношении к преобладанию тех или иных геоморфологических процессов, коренной склон долины ближе к междолинным пространствам, потому что здесь также преобладают эрозионно-денудационные процессы: плоскостной смыв и линейный размыв, а также боковой подмыв речными потоками.

Большое значение при детализации особенностей ландшафтов имеет состав горных пород, а при сильном изменении их свойств они могут выполнять и более важные классификационные функции, как, например, в случае подразделения физико-географического района на подрайоны. Карстующиеся горные породы способствуют выделению карстовых ландшафтов. Покровные породы легкого механического состава благоприятствуют процессам подзолообразования и смыва почв. Почвы, формирующиеся на суглинках и глинах, как правило, более богаты питательными веществами, лучше структурированы, менее подвержены процессам эрозии.

С интенсификацией хозяйственной деятельности в природе спонтанно развивающиеся ландшафты все в большей степени уступают место ландшафтам, в той или иной мере затронутым этой деятельностью. Поэтому наряду с изучением естественных необходим анализ и антропогенных ландшафтов.

В современной географической науке понятие ландшафта является дискуссионным, но в основном этот термин понимается в двух смыслах: 1) в широком смысле ландшафт – синоним природного территориального комплекса, то есть безранговая единица, которая может распространяться как в региональном плане в качестве основы выделения разных единиц физико-географического районирования, так и в типологическом – как совокупность природных участков, сходных по своим морфологическим и функциональным особенностям. Именно такой точки зрения придерживается автор; 2) под ландшафтом понимается конкретная территория, однородная по происхождению и истории развития, обладающая закономерным сочетанием составляющих морфологических частей. В таком понимании ландшафт – основная единица физико-географического районирования.

В данной работе нами в качестве основной единицы ландшафтного районирования принят район. Из-за территориального несовпадения тектогенных и климатогенных ландшафтных районов они выделяются при наложении их границ. Эти границы представляют собой переходные полосы, где особенности одного из комплексов сравнительно быстро сменяются особенностями другого.

Перераспределение тепла и влаги и внутригодовой режим тепло- и влагообеспеченности определяет функционирование сформировавшихся в разных геолого-геоморфологических условиях различных типов ландшафтов.

Дифференциацию ландшафтной сферы на уровне физико-географических районов мы осуществляли на основе следующих принципов [5].

Во-первых, районы выделяются по геолого-геоморфологическим признакам. В геоморфологическом отношении они соответствуют морфоструктурам 3-го и 4-го порядков. Геологическое строение (прежде всего литология поверхностных отложений) является дополнительным признаком.

Во-вторых, междолинные и долинные ландшафты районированы отдельно. Междолинные пространства практически всегда заметно превышают по площади долинные (обычно в 2–3 раза), и обладая значительно большим разнообразием природных условий, обуславливают основу ландшафтной структуры всей территории, ее фон. Поэтому выделяющиеся на междолинных пространствах районы являются доминантными фоновыми. Таким образом, районы, выделяющиеся в долинах, будут заключены между основными районами и в целом второстепенными в ландшафтной структуре территории. В целях удобства различения этих видов районов назовем последние интрарайонами.

В основу выделения ландшафтных районов был положен морфометрический метод, при помощи которого были выделены тектонические структуры 3 и 4 порядка.

Результаты исследований и их обсуждение. Геологическая среда создавалась, и ее развитие протекало под управляющим влиянием региональных и зональных факторов и агентов [3]. Результаты действия этих факторов в геологическом прошлом запечатлены в геологическом строении и характере пород и в различных следах действия геологических процессов (карст, тектоническая нарушенность пород и др.). Чем более удалено в геологическое прошлое время формирования того или иного элемента геологической среды, тем менее сохранилось влияние на него зональных географических факторов и их инженерно-геологическое значение. Влияние зональных факторов больше сказывается на формировании геологической среды на современном этапе геологического развития земной коры и на современных процессах. Но и на современном геологическом этапе результаты влияния зональных факторов на формирование инженерно-геологических условий в существенной мере определяются характером создавшегося в предшествующее время геологического строения территории и действующих синхронно тектонических процессов. Даже влияние таких резко зонально выраженных факторов, как процессы, связанные с мерзлотой, режим грунтовых вод и другие, зависит от характера пород, образованных когда-то в предшествующее геологическое время. Региональные факторы и в этом случае сохраняют свою роль как управляющие совокупностью процессов, формирующих современные инженерно-геологические условия местности. Поэтому при региональной инженерно-геологической оценке территории и классификации геологических тел, а также при районировании влияние региональных факторов занимает более высокое положение.

Разделение регионов на инженерно-геологические области разных порядков позволяет обособить территории с одинаковым геоморфологическим строением и тесно связанными с рельефом генетическими комплексами новейших отложений. Оно позволяет также учесть обводненность территории, обусловленную грунтовыми водами, так как обильность последних, условия формирования, режим и динамика во многом определяются характером рельефа, составом и сложением поверхностных образований.

Слагающие область горные породы могут существенно различаться составом, структурно-текстурными характеристиками, состоянием и физико-механическими свойствами, а также связанными с особенностями геологического строения экзогенными процессами и гидрогеологическими условиями. По этим признакам внутри областей выделяются инженерно-геологические районы. Обычно границы районов совпадают с границами распространения пород одной геологической формации или одного геолого-генетического комплекса.

Рассмотрим цифровую модель остаточного рельефа. Минимальное значение мощности зоны аэрации равно нулю и соответствует гидрографическим объектам, в которые происходит разрядка грунтовых потоков – выход на поверхность. Максимальное значение равно 72 м. Это значение аномально и сильно отличается от общего массива данных. Возникновение таких значений можно объяснить отсутствием данных о выходе грунтовых вод и погрешностью вычислений при создании цифровой модели рельефа и базисной поверхности.

Судя по геологическим разрезам, глубина расчленения рельефа во многих местах с развитой овражно-балочной сетью может достигать 50–60 м. Среднее значение раstra Grid-темы цифровой модели остаточного рельефа равно 4,7 м. Среднеквадратичное отклонение 5,3 м.

Более 23% территории Смоленской области имеет глубину залегания грунтовых вод 0–1 м, они заболочены или могут быть подвержены затоплению при неблагоприятных паводковых ситуациях. Около 52% территории (глубина залегания грунтовых вод 0–3 м) области находится в сложных инженерно-геологических условиях, при которых возможна активизация экзогенных геологических процессов связанных с оползнями и оплывинами, заболачиванием территории. Активизация во многом связана с переувлажнением грунта.

Карта порядков речных долин является основой для создания базисных поверхностей различного порядка. Базисные поверхности высшего порядка являются при таком расчлененном рельефе как на территории Смоленской области зеркалом грунтовых вод. Базисные поверхности 3, 4, 5 порядков были использованы нами для выявления тектонических структур 3 и 4 порядка, на основании которых были выделены ландшафты (физико-географические районы) и построена ландшафтная карта.

Карта порядков речных долин построена в результате морфометрического анализа цифровой модели рельефа. Карта водотоков более детальна, нежели гидрографическая сеть. На ней отображены промоины, ложбины стока и временные водотоки, которые не отображаются на карте гидрографической сети.

Общая длина водотоков приблизительно в 2 раза больше общей длины гидрографической сети и составляет порядка 43 тыс. км, в то время как длина гидрографической сети 23 тыс. км. На территории Смоленской области, основываясь на исходном материале масштаба 1:200 000 можно выделить 7 порядков долин. Долинами 1-го порядка в равнинных странах являются промоины, рассекающие склоны и ложбины стока, возникающие на водораздельных пространствах. Ложбины стока переходят в овраги или балки, а последние – в реки [4]. В долинах 1-го, 2-го порядков, как правило, протекают лишь временные водотоки и ручьи. Это утверждение подтверждает статистический анализ порядков водотоков.

Водотоки первого порядка занимают приблизительно половину (21,2 тыс. км) общей длины всех водотоков. При сравнении гидрографической сети и модели порядков долин можно отметить, что длина гидрографической сети и водотоков, исключая водотоки первого порядка отличается приблизительно на 1,5 тыс. км. Эта разница объясняется тем, что ряд долин первого порядка имеют постоянные водотоки.

Плотность водотоков составляет 0,87 км/км², если исключить долины 1-ого порядка 0,44 км/км², густота речной сети вычисленная на основании анализа векторной модели гидрографической сети составляет 0,47 км/км², по литературным источникам она колеблется от 0,37 до 0,5 км/км².

Карта базисной поверхности. Средняя абсолютная отметка высот базисной поверхности для территории Смоленской области равна 202 м среднее квадратичное отклонение составляет 23 м, максимальное значение равно 294,6 м минимальное 139,7 м. Можно отметить на вариограмме два скопления (пика) значений высот 198–200 м, которые составляют 5% территории области значения 219–221 м, которые составляют 4% территории области.

Карта остаточного рельефа показывает мощность зоны аэрации, т.е. показывает глубину залегания зеркала грунтовых вод. Получена она при помощи операции вычитания растров, при которой из раstra Grid-темы цифровой модели рельефа, описывающую дневную поверхность, вычитается растр Grid-тема базисной поверхности – характеризующую абсолютное значение высот уровня залегания зеркала грунтовых вод. На основании этой карты определяется защищенность грунтовых вод, которая зависит от мощности зоны аэрации и от слагающих эту зону горных пород.

Большое значение при инженерно-геологическом районировании имеет выбор такой схемы, которая позволила бы учесть не только региональные, но и зональные закономерности инженерно-геологических условий.

На территории Смоленской области выделено 24 ландшафтных комплекса – физико-географических района подразделенных на 81 тип местности (рис. 1). Безусловно, границы этих комплексов нуждаются в уточнении [5].

И местности, и ландшафты отличаются своеобразным набором доминантных и субдоминантных урочищ. Основное их отличие друг от друга – положение ПТК на тектонической структуре третьего-четвертого порядков. Если своеобразный набор доминантных и субдоминантных урочищ совмещается с такими структурами – это ландшафты. Если же ПТК занимает лишь часть такой структуры, то это местность. Местности по площади меньше ландшафтов. В одном ландшафте может быть несколько местностей, но иногда местности в ландшафте вообще отсутствуют.

Обособление местностей происходит по разным причинам. Чаще всего это связано с особенностями литогенной основы ландшафта. Во-первых, обособление происходит тогда, когда в мощной толще какой-либо породы встречаются сравнительно небольшие «карманы» отложений другого литологического состава. Во-вторых, у тектонических структур третьего – четвертого порядков, которые являются одной из причин формирования ландшафта, имеются второстепенные вмятины и выступы. Это приводило к изменению процессов, которые образовали четвертичную толщу отложений. Так, например, на выступах коренного рельефа могли сохраниться останцы зандров, а в понижениях накопились озерные отложения. В-третьих, в период формирования четвертичной толщи ее накопление идет с разной интенсивностью. Поэтому в одном месте образуется крупнохолмистый рельеф, а в другом – мелкохолмистый с неглубокими сырными понижениями. В-четвертых, над второстепенными выступами коренного рельефа часто остаются останцы обтекания. В-пятых, в долинах рек формирование местностей связано с разным характером аккумуляции поверхностных отложений, что зависит от деятельности реки в половодье.

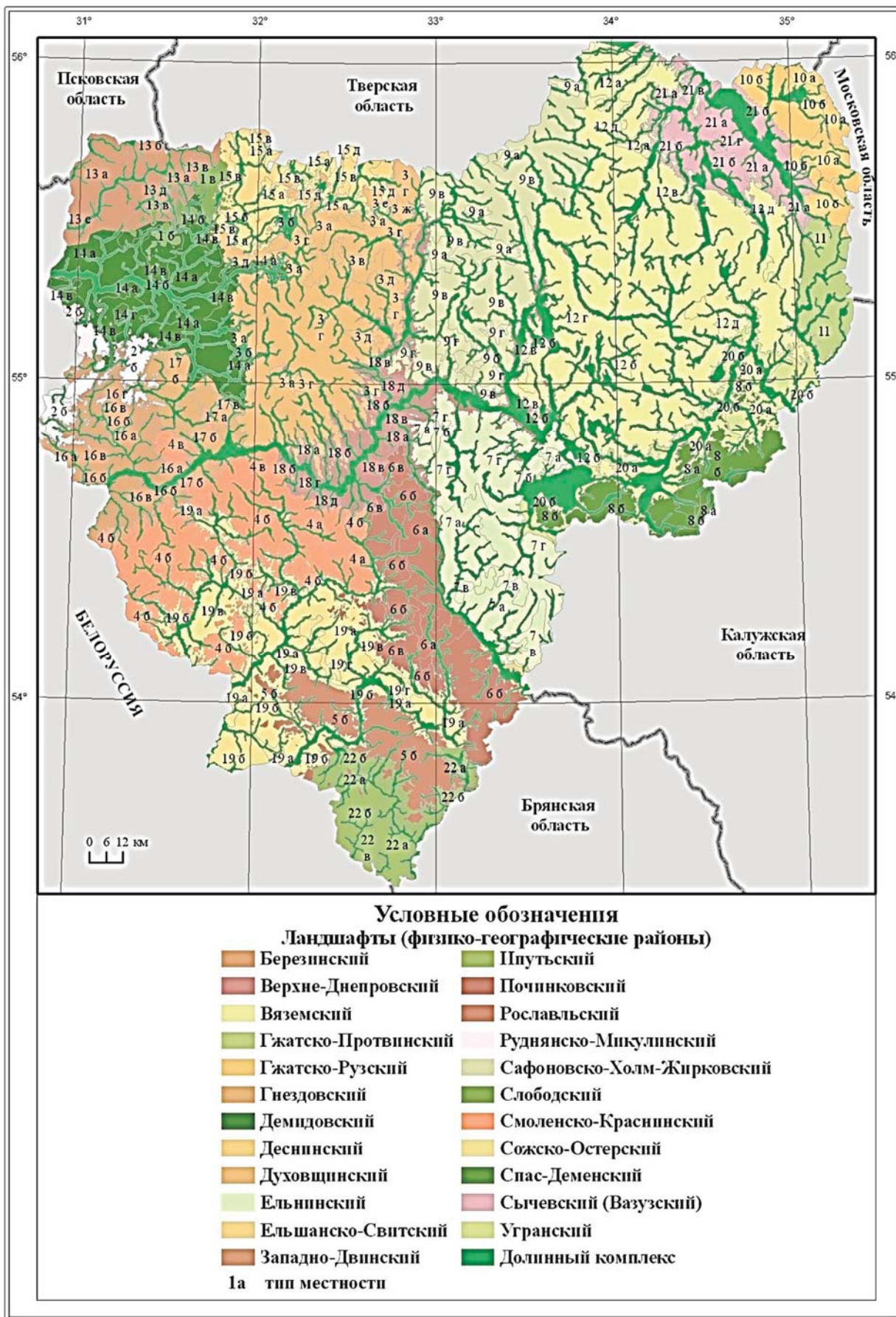


Рис. 1. Ландшафты и типы местности Смоленской области [5]

Выводы. Актуальность и необходимость научных исследований по предлагаемому направлению определяются приоритетами государственной политики в сфере обеспечения рационального природопользования и улучшения качества окружающей среды. При исследовании трансформации геологической среды Нечерноземья учитываются сложная зависимость региональных геологических, зональных факторов, а также степени антропогенного воздействия.

Проведенное нами исследование показало, что рельеф является также одним из определяющих факторов пространственного распределения почв и разнообразия их типов [15]. Он контролирует уровень грунтовых вод и распределение солнечной радиации, а те, в свою очередь, характер геохимических процессов и растительности.

Таким образом, на этом этапе осуществлена подготовка к получению новых данных о состоянии геологической среды и сельскохозяйственных земель Нечерноземной зоны Российской Федерации, к оценке агроресурсного потенциала. Разработанная методика выполнения проекта предусматривает обобщение и оцифровку материалов по комплексному изучению природных условий Нечерноземной зоны с оценкой их изменений под влиянием деятельности человека (1977–2017 гг.), использование материалов дистанционного зондирования Земли, разработку ландшафтно-индикационных методов.

Работа выполнена в рамках Государственного задания по теме «Мониторинг и прогноз состояния природной среды Нечерноземной зоны Российской Федерации», № госрегистрации 114070770044.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК REFERENCES

1. *Евдокимов С.П., Ковалев Д.В.* Ландшафтная дифференциация территории Смоленской области // Известия Смоленского государственного университета. – 2011. – № 3. – С. 324–331.

Yevdokimov S.P., Kovalev D.V. Landschaftnaya differentsiatsiya territorii Smolenskoy oblasti [Evdokimov S.P., Kovalev D.V. Landscape differentiation of Smolensk region]. Bulletin of the Smolensk State University. – № 3. – 2011. – pp. 324–331 (in Russian).

2. *Евдокимов С.П.* Мониторинг и прогноз состояния природной среды Нечерноземной зоны Российской Федерации / Известия Смоленского государственного университета. – 2014. – № 4. – С. 252–262.

Yevdokimov S.P. Monitoring i prognoz sostoyaniya prirodnoy sredy Nechernozemnoy zony Rossiyskoy Federatsii [Evdokimov S.P. Monitoring and Forecasting Environment Condition in Non-Chernozem Zone of the Russian Federation]. Bulletin of the Smolensk State University. – № 4. – 2014. – pp. 252–262 (in Russian).

3. *Почвенно-геологические условия Нечерноземья.* М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 608 С.

Pochvenno-geologicheskiye usloviya Nechernozem'ya [Soil and geological conditions Nechernozemie]. Moscow. – 1984. – 608 p. (in Russian).

4. *Философов В.П.* О значении порядков долин и водораздельных линий при геолого-географических исследованиях / Вопросы морфометрии. – № 2. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, – 1967. – С. 4–6.

Filosofov V.P. O znachenii poryadkov dolin i vodorazdel'nykh liniy pri geologo-geograficheskikh issledovaniyakh [Philosofov V.P. On the value of the order of valleys and watershed lines at geological and geographical research]. Questions of morphometry. – № 2. – Saratov. – 1967. – pp. 4–6 (in Russian).

5. *Evdokimov S., Varfolomeev A.* The Study of the Spatial Distribution of Soil Areas Using GIS Technologies in Smolensk Region / Geoinformation Sciences and Environmental Development: New Approaches, Methods, Technologies. Collection of articles of the II International conference (May 5–9, 2014. Limassol, Cyprus). [The electronic resource] – Rostov-on-Don: Publishing house SSC RAS. – 2014. – pp. 19–20.