


*АНДРОСОВА Евгения Дмитриевна* 

**Выпускная квалификационная работа**

*Интегральная оценка терруара как инструмент бонитировки почв виноградников*

Основная программа бакалавриата  
Направление 06.03.02 «Почвоведение»  
Основная образовательная программа СВ.5022 «Почвоведение»

Научный руководитель:  
проф. кафедры  
Почвоведения и экологии почв  
СПБГУ. д.г.н.,  
Алексей Валентинович Русаков

  
Научный консультант:  
аспирант 3 г.о., кафедры  
Почвоведения и экологии почв  
СПБГУ  
Аверьянов Александр Александрович

Рецензент:  
ведущий научный сотрудник, ф-та  
Почвоведения МГУ им. М.В.  
Ломоносова, д.с.-х.н.  
Петр Михайлович Сапожников

## Содержание

1. Введение	3
2. Выделение приоритетных факторов для оценки терруара	6
3. Обзор параметрических методов интегральной оценки состояния почв	8
4. Объекты и методы	12
5. Результаты и обсуждение	15
5.1 Характеристика почвенных условий ключевых участков исследования	15
5.2 Свертывание информации о почвенном компоненте терруара	20
5.3 Апробация метода на ключевых участках исследования	24
5.4 Интегральная оценка ключевых участков параметрическими методами	26
7. Выводы	29
8. Заключение	30
9. Список источников	31
Приложение 1	34

## 1. Введение

Развитие виноградарства и виноделия как одной из отраслей сельского хозяйства невозможно без применения новых агромелиоративных мероприятий по обработке почвы, выведения более урожайных сортов и в особенности без увеличения территорий виноградных насаждений (Гагерова, Гармашова, 2020). Этими особенностями характеризуется развитие отрасли по всему миру, в том числе и в России. Без расширения территорий насаждений невозможно удовлетворить спрос на винодельческую продукцию как на внутреннем рынке, так в вопросах экспорта.

Виноградарство отличается большой чувствительностью к почвенно-климатическим условиям. Качественные и количественные характеристики урожая из того или иного сорта винограда определяются эколого-эдафическими условиями районов его возделывания. В связи с этим, именно в виноделии получила столь широкое распространение концепция терруара, оказывающая непосредственное влияние на весь производственный цикл: от выбора участка под виноградные насаждения до маркетинговых аспектов в реализации конечной продукции.

Впервые термин «терруар» (фр. *terroir* от *terre* – земля) был сформулирован в конце XI века на территории Франции в Бургундии, и подразумевал под собой сочетание всех факторов местности, которые влияют на качество урожая винограда и впоследствии букета и потенциала вина (Гаценко, 2020). Сейчас суть концепции практически не изменилась, терруар по резолюции Международной организации виноградарства и виноделия определяется как совокупность таких экологических факторов, как влияние почвы, климата, рельефа, и играет ключевую роль в районировании сортов и виноградо-винодельческих зон.

Влияние терруара распространяется не только на показатели продуктивности виноградных насаждений, но и на органолептические свойства винодельческой продукции. Факторы терруара взаимодействуют между собой как единая система, в которой можно выделить следующие компоненты: климат, почва, рельеф, местная фауна и флора, в том числе и сами насаждения винограда. Не последнюю роль играет антропогенный фактор, будь то определенный набор агротехнических мероприятий, а также методы изготовления самого вина, или же, например, состояние социально-экономической ситуации в регионе (Cornelis, 2006; Belda, 2017).

Учет концепции терруара необходим для контроля и подтверждения происхождения качественных вин с защищенным наименованием по происхождению, чье качество является результатом совокупности уникальных характеристик, формирующихся

при возделывании определенных сортов винограда в конкретном регионе. В странах Европы подобное виноделие с географическим статусом, с четким выделением границ территорий виноградников, в пределах которых производятся вина определенного качества, развивалось на протяжении многих лет, пережив значительное количество реформ и преобразований, на фоне которых развивалась и само понятие терруара. В других же странах становление виноделия такого плана началось гораздо позже. Так, например, страны Нового света переняли этот метод только к середине XX века, а вина в СССР не имели классификации в соответствии с географическим местоположением вовсе, хотя предпосылки для создания подобной системы существовали в местных методах производства и возделывания (Авидзба, 2016).

В Российской Федерации производство вина с географическим статусом было закреплено в Федеральном законе №171-ФЗ от 22.11.1995 г., категории такой продукции гармонизируют с понятиями, введенными для этой же области деятельности в ЕС (Заврохина, 2017). Только в 2020 году Федеральным законом №468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации» было зафиксировано определение «винодельческого терруара»: «Виноградо-винодельческий терруар — ограниченная территория в составе виноградо-винодельческого района, которая охватывает виноградные насаждения определенных сортов, находящиеся в определенных геофизических, климатических и почвенных условиях, и в границах которой применение определенных технологических приемов виноградарства и виноделия определяет особые органолептические характеристики винодельческой продукции».

Первостепенной задачей при разработке проекта новых насаждений является выбор земельного участка, поскольку именно от него зависит вся последующая производственная цепочка. Относительно него подбираются сорта, которые выгодно выращивать именно в этих условиях, размещаются посадки и применяются агромелиоративные мероприятия для обработки почвы, реализация которых возможна в рамках рельефа участка. Все это оказывает влияние на то, каким будет урожай и впоследствии насколько качественной будет винодельческая продукция. Из этого следует, что терруар имеет высокое значение для успешной реализации винодельческого проекта.

Из-за высокого уровня значимости терруара в цепочке производства актуальным является необходимость его всесторонней оценки на стадии выбора участка для посадок. Так как терруар является сложной поликомпонентной системой, в производственной практике возникают сложности в аспекте интерпретации результатов его исследования. Одним из вариантов интерпретации результатов является применение результирующего интегрального показателя, который выражает состояние системы в баллах, что упрощает

сравнение участков между собой и ускоряет принятие решений в выборе подходящей территории для возделывания.

Для выведения интегрального показателя таких разнообразных по составляющим элементам природных систем существует принцип выделения интегральных уровней, смысл которого заключается в построении иерархии групп факторов системы, где свойства нижестоящих факторов в своей совокупности определяют то, какими будут свойства вышестоящих (Дмитриев, 2009). Терруар как общее понятие содержит в себе крупные подсистемы, и почва – одна из них, ее характеристики вносят большой вклад в то, каким будет урожай, и затем косвенно на качество винодельческой продукции.

**Целью** работы является предложение подхода к интегральной оценке почвенного компонента винодельческого терруара и его апробация на ключевых участках, располагающихся в контрастных физико-географических условиях России и Франции.

Для достижения цели исследования были поставлены следующие **задачи**:

1. Осуществить обзор существующих подходов к параметрической оценке характеристик плодородия почв и земельных участков;
2. Провести работу по группировке, систематизации и выделению наиболее приоритетных факторов для оценки почвенного компонента терруара на основе лимитирующих факторов при выборе подвоев;
3. Привести параметры терруаров к единому интегральному показателю;
4. Апробировать составленную методику на ключевых участках и сравнить полученные данные между собой и с результатами альтернативных подходов.

## 2. Выделение приоритетных факторов для оценки терруара

Одна из отличительных особенностей винограда — наличие очень развитой и мощной корневой системы, которая способна проникать глубже, чем почвообразующая порода. Разветвленная и глубоко проникающая корневая система дает возможность произрастания винограда в регионах, чьи почвенные условия мало подходят для ведения сельского хозяйства. Его могут культивировать как на очень каменистых почвах гор, иногда и непосредственно на обломках горных пород (Кухарский, 1985) так и на песчаных морских отложениях. Но, несмотря на качества растения, располагающего его к подобной гибкости в адаптации к широкому спектру почвенных условий, произрастание на разных по качеству почвах сказывается на растениях неодинаково. Для лучшего приспособления растений к местным условиям составляют подвойно-привойные комбинации: привой подбирается для участка исходя в большей степени из климатических характеристик, когда выбор подвоя обуславливается характеристиками именно почвенной компоненты.

Выбор подвоя – важный этап подготовки посадок, от него зависит качество плодов на привое, непосредственно урожайность культуры, ее развитие и рост. Благодаря подвойно-привойным комбинациям обеспечивается рентабельность множества плодовых культур, в том числе и винограда (Кулешов, 2021). Первые подвойно-привойные комбинации в виноградарстве стали применяться и распространяться для борьбы с филлоксерой (*Dactulosphaira vitifoliae*) – насекомым-вредителем. Она была завезена в Европу из Северной Америки в 1850-х годах, а к XIX веку ее обнаружили и на территории России в виноградарских хозяйствах. Филлоксера поражает различные части растений, но для европейских сортов наиболее опасна ее корневая форма и именно для борьбы с корневыми формами филлоксеры начали создавать подвои, устойчивые к ее пагубному воздействию (Арестова, 2017; Жуков, 1989). Сейчас существует множество сортов подвоев, адаптивная способность которых вышла далеко за рамки противостояния только воздействию филлоксеры. Выводятся сорта, устойчивые не только к другим видам болезней и вредителей, но и к другим факторам среды – физико-химическому состоянию почвы (Кулешов, 2021).

Стрессовых факторов среды, относительно которых нужно выбирать подвойное растение, существует большое количество, и определить, какие из них будут в приоритете при выборе — одна из задач этой работы.

Факторы среды для подвоев можно разделить на две большие группы:

1) Биотические, которые в большинстве своем отражаются в наборе паразитарных заболеваний различной природы, в основном это наличие нематод, филлоксеры, вирусных и грибных патогенных организмов;

2) Абиотические, здесь имеются в виду различные почвенные условия, как физические (гранулометрический состав, каменистость, плотность почвы и др.), так и химические (наличие тех или иных элементов минерального питания, рН и прочее).

Для того, чтобы определить факторы, по которым будет проводиться оценка почвенного компонента терруара, были проанализированы свойства сортов подвоев и их лимитирующие факторы роста. На основе этого анализа собран набор абиотических факторов, сильнее всего оказывающих влияние на развитие подвоя. Эти параметры наиболее трудозатратно корректировать, поэтому вокруг них будет в дальнейшем выстроен метод оценки состояния почвенного компонента терруара:

1) Валовое количество карбонатов и их подвижные формы вместе с подвижными формами железа для определения риска развития известкового хлороза, что является одним из наиболее значительных абиотических стрессов для растения винограда;

2) Гранулометрический состав почвы, ее каменистость и плотность сложения, поскольку и то, и другое влияют и на рост и развитие корневой системы, и на возможности применения тех или иных методов обработки почвы;

3) рН водной вытяжки и степень засоления почвы, так как эти параметры влияют как на способность корней поглощать элементы питания, так и на подвижность этих элементов питания в почвенном растворе.

### 3. Обзор параметрических методов интегральной оценки состояния почв

Концепция параметрического интегральной оценки заключается в следующем:

1) Индивидуальная оценка каждого параметра системы с присвоением ему весового коэффициента, который отражает значимость вклада значения параметра в функционирование системы;

2) Объединение параметров с весовыми коэффициентами в математическое выражение таким образом, чтобы оно отражало взаимодействие параметров в системе;

3) Получение значений выражения относительной параметров исследуемых объектов и ранжирование этих объектов по качеству.

Выражение может выглядеть по-разному, но в основном выделяют способа составления:

- Аддитивный ( $P = A + B + C$ ), где итоговая оценка ( $P$ ) представляет собой сумму значений параметров и/или их весовых коэффициентов ( $A, B, C$ );

- Мультипликативный ( $P = A \times B \times C$ ), где итоговая оценка ( $P$ ) представляет собой произведение значений параметров и/или их весовых коэффициентов ( $A, B, C$ ).

Предполагается, что наилучшая почва обладает такой комбинацией значений качеств, которые после проведения математических операций дадут высший балл. Те же почвы, балльные величины качеств которых не настолько удовлетворительные, соответственно, должны получать баллы более низкий значений (De la Rosa, 2005)

Существует множество параметрических методов для выполнения разнообразного вида оценок, в том числе и оценок потенциала природной системы и первым шагом к оценке состояния почв как целостной системы было составление показателя *Storie Index Rating* (Storie, 1933) на основе информации о продуктивности сельскохозяйственных культур. Изначально *Storie Index Rating* был разработан для выявления бонитета почв Калифорнии, а именно территорий орошаемого земледелия, но впоследствии метод претерпевал различные изменения и сейчас он адаптирован для большего числа земель помимо Калифорнии (Storie, 1978). Расчёт индекса ведется по следующей формуле:

$$SIR = A \times B \times C \times X \quad (1),$$

где

*SIR* – *Storie Index Rating*, *A* – оценка характера почвенного профиля (его глубина, литологические и геоморфологические условия). *B* – текстура поверхностных горизонтов, *C* – угол наклона, *X* – поправка на условия, не учтенные в *A, B* и *C* – дренаж, эрозия, количество элементов минерального питания, кислотность, микрорельеф.



Одним из существенных недостатков этого метода является широкий диапазон значений, который может быть присвоен фактору, и присваивание этого значения осуществляется специалистом субъективно, что может давать различные варианты оценки для одной и той же почвы. Эта же субъективность оценки не дает возможности сравнения оценок участков, проанализированных разными людьми.

Productivity Index – индекс, разработанный на основе потенциальной и фактической продуктивности почвы и выводится путем перемножения значений девяти факторов, каждому из которых присваивается значение в соответствии с таблицами, где прописаны соответствующие значения для диапазона состояний каждого фактора. При отсутствии информации о каком-либо из факторов система расчета предоставляет возможность его заменить на похожий и использовать уже его значение. Например, если нет данных о насыщенности основаниями, то вместо них можно использовать значения рН почвенного раствора (Riquier, 1980). Productivity Index рассчитывается по формуле:

$$P_i = H \times D \times T \times N \times S \times O \times A \times M \quad (2),$$

где H-влажность, D-дренированность, P-эффективная глубина, T-структура и текстура, N – насыщенность основаниями, S – концентрация растворимых солей, O – содержание органического вещества, A – емкость ионного обмена, обусловленная глинистыми компонентами, M – запас элементов минерального питания.

Этот подход более детально рассматривает почвенные свойства, выделяя для каждого фактора по параметру для расчета в отличие от Storie Index Rating, где часть факторов заключена в значение одного параметра X, также Productivity Index в присвоении значений гораздо более объективен, поскольку одному параметру соответствует одно значение, а не их диапазон. Недостатком же здесь является фокус только на почвенные свойства, метод не учитывает физико-географические факторы - характер рельефа, степень эродированности.

Система для полузасушливых территорий Capability Index является примечательным подходом к оценке пригодности почв, поскольку она предполагает, что агротехнические приемы и методы обработки почвы преодолели лимитирующие факторы климата. Метод ориентирован не только на выявления пригодности земель для тех или иных выращиваемых культур, но и на оценку возможности организации орошаемого земледелия (Sys, 1991).

Индекс рассчитывается по следующей формуле:

$$Ci = A \times B \times C \times D \times E \times F \times G \quad (3),$$

где А – текстура почвы, В – глубина, С – содержание  $\text{CaCO}_3$ , О – содержание гипса, Е – уровень щелочности и солености, F – дренированность, G – уклон.

GISQ - General Indicator of Soil Quality – как метод рассматривает для оценки пяти субиндикаторов: морфологию почвы, химические и физические характеристики, состояние микробиологических сообществ и почвенное органическое вещество. Каждый из субиндикаторов в свою очередь складывается из спектра индикаторов более низких в иерархии. Из этих специфичных каждому субиндикатору наборов факторов выбирается наиболее значимый. Исходя из этого каждый субиндикатор принимает вид суммы значений факторов низкого порядка  $v$ , каждый из которых домножается на вес  $w$  (Velasquez, 2007). В результате выражение имеет следующий вид:

$$SI_{q(1,5)} = w_1 v_1 + w_2 v_2 + \dots + w_n v_n \quad (4).$$

Формула для любого из оцениваемых этим методом объектов разных регионов будет выводиться индивидуально. Этот метод предложен не в качестве универсального для оценки любых земель, а в качестве модифицируемого под конкретные нужды и ситуации. Пример окончательной формулы с весовыми коэффициентами для каждого из субиндикатора выглядит следующим образом:

$$GISQ = 1,51 \cdot SI_{OM} + 1,13 \cdot SI_P + 1,11 \cdot SI_F + 1,10 \cdot SI_M + 0,35 \cdot SI_{Ci} \quad (5).$$

Из отечественных подходов выделяется ПЭИ – почвенно-экологический индекс, в отличие от рассмотренных здесь ранее он учитывает помимо почвенных условий состояние климата и агрохимическую составляющую, в итоге показатель рассчитывается индивидуально для конкретных культур. Метод подходит для достоверной оценки почв разных широт и позволяет объективно сравнивать качество почв между собой (Карманов, 1982; Шишов, 1991). Формула для расчета имеет вид:

$$\text{ПЭИ} = 12,5(2 - V)П \cdot Дс \frac{\sum t^\circ > 10^\circ (KV-P)}{KK+100} A \quad (6),$$

где  $V$  – плотность (объемная масса) в среднем метрового слоя почвы; 2 – максимально возможная плотность почв при их предельном уплотнении,  $\text{г/см}^3$ ; П – «полезный» объем почвы для метрового слоя; Дс – дополнительно учитываемые свойства почвы;  $\sum t^\circ > 10^\circ$  – сумма активных температур более  $10^\circ \text{C}$ ; КУ – коэффициент увлажнения, где Р – поправка к этому коэффициенту; КК – коэффициент

континентальности;  $A$  – итоговый агрохимический показатель, 12,5 – множитель, приводящий итоговый расчет к 100 единицам индекса.

С течением времени ПЭИ послужил основой для разработки ПАКИ – почвенно-агроклиматический индекс. Формула для расчета показателя не сильно отличается от таковой в ПЭИ, кроме того, что в ПАКИ отсутствует агрохимическая составляющая, поскольку обычно таких данных может не хватать. Необходимостью в создании такого метода стала потребность оценки степени соответствия потенциала пашен с потенциалом культуры, которая выращивается на этих землях или же ее возделывание здесь планируется (Карманов, 2012). Формула для расчета индекса имеет вид:

$$\text{ПАКИ} = 12,0 \times (2 - V_{\text{пл}}) \times M \times D \times \quad (7),$$

где  $2 - V_{\text{пл}}$  – разность между максимально возможным уплотнением почвы и усредненной величиной плотности данной почвы в метровом слое. Учитывающий уплотнение коэффициент не применяется, поскольку эта величина может меняться в течение вегетационного периода и не всегда влияет отрицательно на качество почвы;  $M$  – гранулометрический состав почвы;  $D$  – дополнительно учитываемые свойства почв, влияющие на культуру;  $\sum t^{\circ} > 10^{\circ}\text{C} + t_n^{\circ}$  – сумма активных температур теперь идет с поправкой  $t_n^{\circ}$  на широту исследуемой территории, а также крутизну и экспозицию склона;  $K_U - P + K_n$  – коэффициент увлажнения также как и сумма активных температур имеет дополнительную поправку на экспозицию и крутизну  $K_n$  склона;  $KK$  – коэффициент континентальности климата.

При сопоставлении критериев, которые учитывают рассмотренные индексы, и критериев, по которым следует оценивать почву терруара, не обнаружилось такого метода, который бы в своей оценке содержал или объективно давал оценку всем требуемым стрессовым факторам. Одни методы слишком узконаправленные и субъективные, как *Storie Index Rating*, другие рассчитаны для оценки почв конкретных территорий, как *Capability Index*, а третьим необходимо для выведения оценки обязательно учитывать не только почвенное состояние, как например, для расчета *GISQ* необходимо иметь данные по состоянию почвенной фауны. ПЭИ и ПАКИ являются наиболее близкими и удобными методами оценки почвенной компоненты из существующих именно для выполнения поставленной в работе задачи, но их использование сопряжено с обязательным учетом климатической составляющей. Создание параметрического метода для оценки любых угодий под широкий спектр применения по большому количеству критериев невозможно, а специализированный метод оценки именно почв терруара отсутствует, поэтому существует необходимость разработки такого метода.

#### 4. Объекты и методы

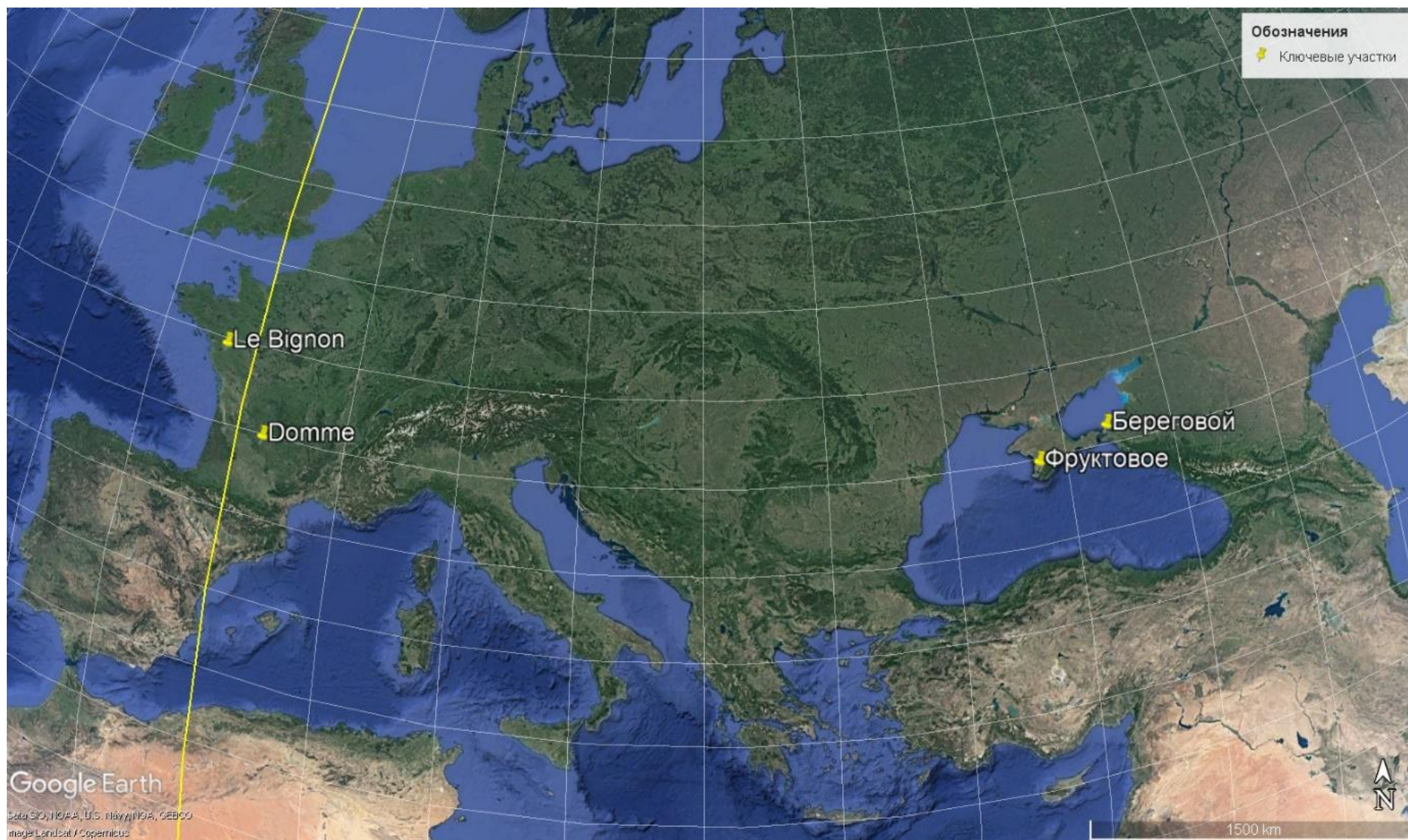
В качестве объектов интегральной оценки были выбраны почвы земельных участков винодельческих районов Франции и России, располагающихся в контрастных физико-географических условиях и занимающих лидирующие позиции на национальных рынках сбыта винодельческой продукции (рисунок 1). Французские ключевые участки относятся к коммуна Le Bignon апелласьона Pays Nantais и Domme винодельческого района Vin de Domme. Ключевые участки в России располагаются в п. Фруктовое юго-западной части полуострова Крым и п. Береговой на побережье полуострова Тамань.

В Таблице 1 представлена обобщенная характеристика терруаров ключевых участков исследования, в которой отражена контрастность физико-географических условий, проявляющаяся как в географическом положении, так и в аспекте компонентов терруара, включая сортовой состав виноградных насаждений.

Всего на полевом этапе исследования было заложено пять почвенных разрезов, по одному на ключевых участках Le Bignon, Domme, п. Береговой и два – в п. Фруктовое. Было отобрано 16 проб из генетических горизонтов и дополнительно по одной смешанной пробе из нескольких точек копания на участке методом конверта (Растворова, 1995).

Отобранные образцы почвы были проанализированы в лаборатории по ряду параметров. Определение валового содержания карбонатов проводилось гравиметрическим методом (Растворова, 1995), подвижные формы карбонатов – титриметрически из оксалатной вытяжки, в ней же определяли подвижные формы железа с помощью метода атомно-абсорбционного анализа. Этот пласт лабораторной работы проводился в рамках метода Друино-Гале (Zouaouid, 2012).

Помимо этого, определялся гранулометрический состав почвы методом лазерной дифрактометрии, ее каменистость ситовым методом, плотность сложения же определялась в поле буровым методом (Растворова, 1995). Также проводились определения гигроскопической влажности, плотного остатка на наличие засоления, рН водного раствора (Растворова, 1995), подвижные формы фосфора колориметрическим методом (Крейер, 2005), обменный калий методом пламенной фотометрии (Крейер, 2005), содержание общего азота колориметрически (Аринушкина, 1970), углерод органических соединений – методом Тюрина (Растворова, 1995).



**Рисунок 1.** Расположение ключевых участков исследования

**Таблица 1.** Обобщенная характеристика терруаров ключевых участков исследования

Ключевой участок	Коммуна Le Bignon	Коммуна Domme	п. Фруктовое	п. Береговой
Зона виноделия	АОР* Pays Nantais	IGP** Vin de Domme	ЗГУ*** Крым	ЗГУ*** Кубань. Таманский п-ов
Широта, °	47.1	44.7	44.7	45.3
Ландшафтный уровень	Плакорный	Низкогорный	Низкогорный	Гидроморфный
Высота над уровнем моря, м	45	293	137	20
Почвообразующие породы	Кварцевые отложения, с глиняной или песчаной матрицей	Известняки	Глины, известняки, песчаники	Пески, глины, мергели
Характер естественной растительности	Смешанный лес с сильным преобладанием лиственных пород	Смешанный лес с сильным преобладанием лиственных пород	Ксерофитные дубово-грабовые леса, кустарники и степи	Разнотравно-типчаково-ковыльные степные сообщества
Тип климата	Океанический	Умеренный океанический	Средиземноморский	Умеренно-континентальный
Зональные почвы	Brunisols	Calcosols	Коричневые	Черноземы текстурно-карбонатные
Культивируемые сорта винограда	Melon de Bourgogne	Cabernet Franc	Syra, Saperavi	Sauvignon blanc, Chardonnay, Aligoté, Cabernet Franc, Saperavi, Cabernet sauvignon

\* Appellation d'Origine Protégée — вина, контролируемые по месту происхождения виноматериалов.

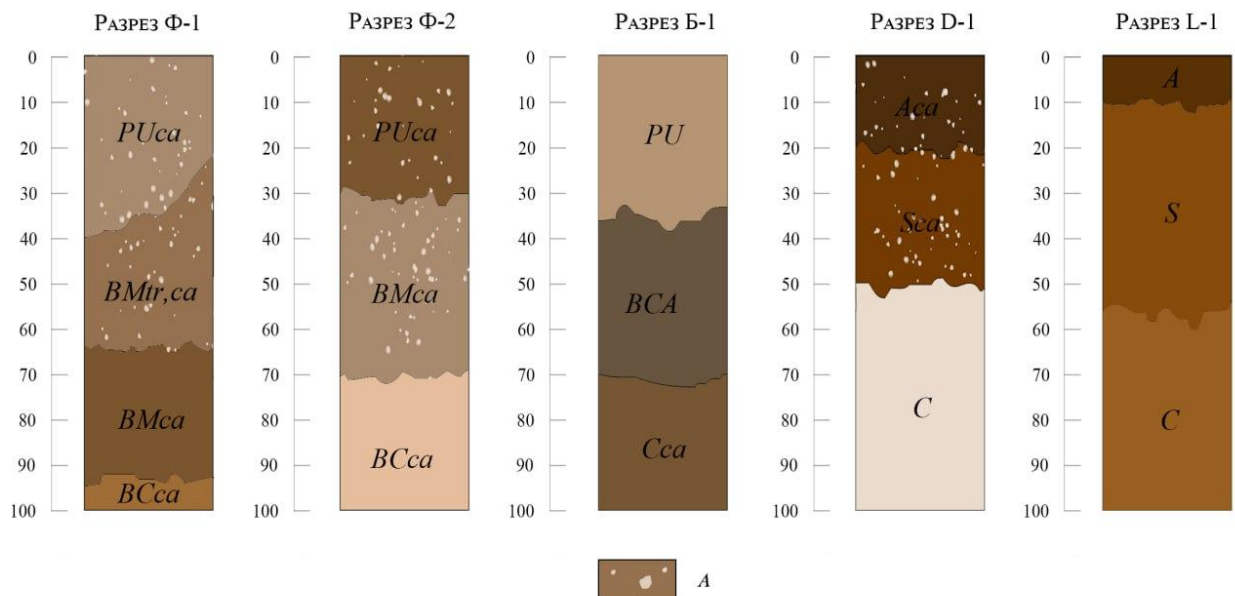
\*\* Indication Géographique Protégée (IGP) — вина с защищенным географическим наименованием.

\*\*\* ЗГУ — вина защищенного географического указания.

## 5. Результаты и обсуждение

### 5.1 Характеристика почвенных условий ключевых участков исследования

Ключевые участки характеризуются следующим почвенным разнообразием. На французских участках были выделены Brunisols в коммуне Le Vignon и Calcisols в коммуне Domme. Классификационная принадлежность почв определена в соответствии с Почвенным справочником, разработанным Французским обществом по изучению почв (Baize, 2009). Таксономическое положение почв ключевых участков на территории России установлено в соответствии с Классификацией почв России (Шишов, 2004): в п. Фруктовое почвенный покров представлен Агроземами структурно-метаморфическими и Агроземами структурно-метаморфическими турбированными, в п. Береговой – Агрочерноземами. Схематическое изображение почвенных профилей представлено на рисунке 2.



**Рисунок 2.** Схематическое изображение почвенных профилей. Разрезы Ф-1 — Агрозем структурно-метаморфический турбированный, Ф-2 — Агрозем структурно-метаморфический, Разрез Б1 — Агрочернозем солонцеватый, Разрез D-1 — Calcisol, Разрез L-1 — Brunisol; А — включения карбонатов в виде литоморфных включений.

По данным аналитической диагностики, представленным в Таблице 2, было установлено, что на ключевых участках, располагающихся в п. Фруктовое и коммуне Domme, лимитирующим фактором продуктивности является карбонатное состояние, проявляющееся как в валовом содержании карбонатов, так и в аспекте содержания активной извести и значений индекса продуктивности хлороза (IPC), отражающих высокую степень хлорозоопасности почвенных условий, причем высокий уровень

содержания активной извести наблюдается по всей толще изученных почвенных профилей.

Высокое содержание активной извести в корнеобитаемом слое, свойственное почвам, сформированным на продуктах выветривания известняков и мергелей, может вызывать нарушение водно-воздушного и окислительно-восстановительного режимов, а также в целом условия минерального питания растений (Стоев, 1981).

Показатель ИРС характеризует уровень доступности железа для корневой системы винограда и, соответственно, степень риска хлороза, вызванного недостатком данного элемента, необходимого для построения белковых комплексов, участвующих в биохимических процессах, необходимых для образования хлорофилла (Кабата-Пендиас, 1989).

Показатель ИРС рассчитывается по следующей формуле:

$$IPС = \frac{CaCO_3}{(Fe)^2} \times 10^4 \quad (8)$$

где CaCO<sub>3</sub> — содержание активной извести, %, Fe — содержание оксалоторастворимого железа, мг/кг.

Для всех ключевых участков, кроме Le Bignon, характерным является наличие горизонтов с сильным переуплотнением, достигающим значений 1,4, при котором корневая система винограда может развиваться исключительно по трещинам, кротовинам и ходам земляных червей (Стоев, 1981).

Признаки засоления были отмечены только на участке в п. Береговой, где показатель плотного остатка водной вытяжки превысил оптимальный диапазон 0–0,05 %.

Все ключевые участки характеризуются сильной каменистостью, которая при значениях до 30–40 % не сказывается отрицательным образом на продуктивности виноградников, а напротив, способствует получению высоких и устойчивых урожаев (Стоев, 1981; Кочкин, 1972).

По гранулометрическому составу почвы всех ключевых участков относятся к суглинкам, кроме коммуны Le Bignon, где изученный профиль Brunisols характеризуется песчаным гранулометрическим составом, что является значительным отклонением от оптимальных значений для винограда, соответствующих средним суглинкам по шкале Качинского.



**Таблица 2.** Физико-химические свойства почв ключевых участков

Ключевой участок	Наименование почвы	Глубина, см	CaCO <sub>3</sub> , %	Активная известь, %	Fe окс., мг/кг	*IPC	Плотный остаток, %	pH H <sub>2</sub> O
Фруктовое_1	Агрозем структурно-метаморфический турбированный карбонатный	0–20*	46,0	18,9	115,0	14,277	0,007	7,6
		0–30	50,6	16,3	110,0	13,501	0,011	7,4
		30–65	48,2	17,4	151,0	7,646	0,014	7,6
		65–90	51,8	16,5	178,0	5,222	0,011	7,5
		90–100	40,2	16,2	99,0	16,515	0,026	7,5
Фруктовое_2	Агрозем структурно-метаморфический карбонатный	0–20*	51,0	16,4	110,0	13,586	0,011	7,5
		0–35	27,0	14,7	110,0	12,154	0,007	7,6
		35–75	45,9	19,0	105,0	17,248	0,006	7,6
		75–100	57,4	20,1	98,0	20,944	0,009	7,8
Береговой	Агрочернозем	0–20*	1,8	0,9	174,0	0,309	0,017	7,6
		0–35	1,7	0,2	177,2	0,080	0,084	6,0
		35–70	3,1	2,7	164,7	0,991	0,073	7,4
		70–100	4,4	3,1	188,7	0,860	0,089	8,1
Domme	Calcosols	0–20*	52,0	11,1	164,0	4,111	0,015	7,8
		0–40	44,0	10,5	178,0	3,314	0,015	7,7
		40–70	47,0	13,8	159,0	5,459	0,017	8,1
		70–100	58,0	27,1	81,0	41,305	0,018	8,2
Le Bignon	Brunisols	0–20*	1,6	0,0	135,0	0,000	0,005	5,3
		0–15	1,8	0,0	141,0	0,000	0,004	5,2
		15–60	1,9	0,0	127,0	0,000	0,004	5,5
		60–100	1,7	0,0	99,0	0,000	0,005	5,4

\*0–20 — объединенная проба из пяти точечных образцов, отобранных методом конверта из слоя 0–20 см  
\*\*IPC — индекс продуктивности хлороза;  
\*\*\* dv — плотность сложения почвы

Таблица 2. Физико-химические свойства почв ключевых участков. Продолжение

Ключевой участок	Наименование почвы	Глубина, см	Фракция <0,01 мм, %	Каменистость, %	***dv, кг/м <sup>3</sup>	С орг, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
							мг/кг	
Фруктовое_1	Агрозем структурно- метаморфический турбированный карбонатный	0–20*	30	54	1,27	2,1	31,3	420,5
		0–30	34	65	1,23	2,1	50,1	455,5
		30–65	28	73	1,48	1,6	127,0	676,4
		65–90	30	74	1,47	1,7	77,6	796,9
		90–100	27	78	1,49	2,0	91,3	687,4
Фруктовое_2	Агрозем структурно- метаморфический карбонатный	0–20*	31	61	1,21	2,4	17,8	274,1
		0–35	36	33	1,19	2,1	23,2	261,2
		35–75	59	21	1,50	1,1	31,3	464,2
		75–100	27	14	1,47	0,4	34,6	322,3
Береговой	Агрочернозем	0–20*	40	17	1,26	1,4	18,7	680,4
		0–35	39	15	1,24	1,9	18,5	661,2
		35–70	42	13	1,38	0,5	5,0	277,4
		70–100	45	8	1,41	0,4	4,0	219,5
Domme	Calcosols	0–20*	21	15	1,21	3,2	275,1	716,2
		0–40	20	14	1,25	3,2	245,6	697,5
		40–70	23	20	1,33	1,3	124,3	512,5
		70–100	22	22	1,44	0,6	75,5	398,6
Le Bignon	Brunisols	0–20*	7	63	1,33	1,1	567,4	244,6
		0–15	10	54	1,35	1,3	553,4	220,8
		15–60	9	57	1,39	1,1	334,5	198,6
		60–100	7	65	1,38	0,9	75,6	135,5

\*0–20 — объединенная проба из пяти точечных образцов, отобранных методом конверта из слоя 0–20 см  
\*\*IPС — индекс продуктивности хлороза;  
\*\*\* dv — плотность сложения почвы

Обобщение результатов лабораторных исследований позволяет сделать вывод, что при контрастности физико-географических условий, сопутствующей промышленной культуре винограда, почвенные условия характеризуются отличающимся набором стрессовых факторов с различным приоритетом. На ключевых участках Domme и п. Фруктовое в наибольшей степени ограничивает производства карбонатное состояние. В п. Береговой таким фактором является засоление, а в коммуне Le Vignon — песчаный гранулометрический состав.

Таким образом, диверсификация стрессовых факторов и их приоритетности в зависимости от места расположения будущего виноградника, проявляющаяся в аспекте почвенных условий и безусловно сопутствующая другим компонентам терруара, актуализирует локально ориентированную оценку с индивидуальным учетом вклада почвенных характеристик.

## 5.2 Свертывание информации о почвенном компоненте терруара

На первом этапе интегральной оценки, для каждого из выбранных критериев были отобраны шкалы состояния, характеризующие влияние их количественных значений на продуктивность винограда (таблица 3).

В случае показателей рН, плотности сложения, соотношения фракций гранулометрического состава, содержания карбонатов, и плотного остатка выбранные шкалы отражают степень их влияния на корневую систему, урожайность или в целом продуктивность подвойно-привойной комбинаций, а также выраженность характеризуемого фактора. Шкалы, отражающие влияние количественных значений содержания активной извести и ИРС были построены по иному принципу — они демонстрируют сокращение выборки вариантов сортов подвоев, которые могут быть использованы при соответствующих значениях показателей.

Оцениваемые критерии были сегментированы на два типа. К первому типу были отнесены показатели, увеличение значений которых приводит к негативным последствиям для продуктивности подвоев или подвойно-привойных комбинаций. Ко второму типу были отнесены критерии, увеличение значений которых наоборот, способствует росту продуктивности.

Далее, с использованием нормирующих функций (9) и (10), была проведена процедура перевода шкал состояния от исходных значений к безразмерным, при которых наилучшим условиям соответствует значение 1, а наихудшим — 0. Показатели, оптимальные значения которых не соответствуют максимальному или минимальному значению, преобразовывались в две итерации. Нормированные значения шкал состояния представлены в таблице 3.

Правило преобразования для критериев первого типа:

$$q_i = q_i(x_i) = \begin{cases} 1, & \text{при } x_i \leq \min_i \\ \left( \frac{x_i - \min_i}{\max_i - \min_i} \right), & \text{при } (\min_i < x_i \leq \max_i) \text{ (9)} \\ 0, & \text{при } x_i > \max_i \end{cases}$$

Правило преобразования для критериев второго типа:

$$q_i = q_i(x_i) = \begin{cases} 1, & \text{при } x_i \leq \min_i \\ \left( \frac{\max_i - x_i}{\max_i - \min_i} \right), & \text{при } (\min_i < x_i \leq \max_i) \text{ (10),} \\ 0, & \text{при } x_i > \max_i \end{cases}$$

где в (9) и (10):  $q_i$  – преобразованное значение критерия;  $x_i$  – текущее значение критерия;  $\min_i$  – минимальное значение критерия;  $\max_i$  – максимальное значение критерия.

**Таблица 3.** Нормированные шкалы состояния стрессовых факторов почвенного компонента терруара

Активная известь, %	0–6	6–9	9–10	10–11	11–14	14–17	17–20	20–25	25–40
Количество подвоев (1, 6)	27	24	23	23	22	18	13	11	5
<b>Нормированное значение</b>	1–0,85	0,85–0,78	0,78–0,75	0,75–0,73	0,73–0,65	0,65–0,58	0,58–0,50	0,50–0,38	0,38–0,0
ИРС, ед.	0–5	5–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–90	90–120
Количество подвоев (1, 6)	21	18	15	13	7	5	3	2	1
<b>Нормированное значение</b>	1–0,96	0,96–0,92	0,92–0,83	0,83–0,75	0,75–0,66	0,66–0,58	0,58–0,50	0,50–0,25	0,25–0,0
Содержание карбонатов, % (18)	0–1		1–3		3–8		8–20		>20
Уровень (18)	Отсутствует		Низкий		Средний		Высокий		Очень высокий
<b>Нормированное значение</b>	1–0,975		0,97–0,92		0,92–0,80		0,80–0,50		0,50–0,0
pH, ед. (17)	5,0–6,5			6,5–7,5		7,5–8,5		8,5–8,8	
Уровень (17)	Минимум			Оптимум				Максимум	
<b>Нормированное значение</b>	0–0,6			0,6–1		1–0,23		0,23–0,0	
Фракция < 0,01 мм, % (38)	10–30			30–35		35–40		40–65	
Уровень (38)	Минимум			Оптимум				Максимум	
<b>Нормированное значение</b>	0–0,80			0,80–1		1–0,83		0,83–0	
Фракция > 3 мм, % (38)	0–35					35–70			
Динамика урожая (38)	Увеличение					Снижение			
<b>Нормированное значение</b>	0–1					1–0			
Плотность сложения, г/см <sup>3</sup> (38)	1–1,3			1,3–1,4		1,4–1,5		1,5–1,6	
Развитие корневой системы (38)	Во всех направлениях			Нормальное		По трещинам		Сильное ограничение	
<b>Нормированное значение</b>	1–0,5			0,5–0,33		0,33–0,16		0,16–0	
Плотный остаток, % (35)	0–0,05					> 0,05			
Засоление (35)	Отсутствует					Присутствует			
<b>Нормированное значение</b>	1					0			

На следующем этапе был выбран вид интегрального показателя  $Q(q,p)$ , отражающий не только непосредственные значения параметров, но и их уровни значимости, которые могут кардинально отличаться в контрастных винодельческих терруарах.

В качестве математического выражения интегрального показателя почвенного компонента терруара была использована аддитивная линейная свертка:

$$Q_i = \sum_{i=1}^n q_i p_i, i = 1, \dots, n \quad (13)$$

где  $Q_i$  — интегральный показатель,  $n$  — количество оцениваемых критериев,  $q_i$  — нормированное значение критерия,  $p_i$  — весовой коэффициент, присвоенный критерию.

Принимая во внимание неравномерность влияния каждого из оцениваемых параметров на потенциальную продуктивность будущих виноградных насаждений в условиях контрастности терруаров, в итоговой оценке были применены весовые коэффициенты, рассчитанные индивидуально для каждого ключевого участка методом парного сравнения критериев (таблица 4).

Показатель важности параметра рассчитывался как сумма баллов при парном сравнении с другими критериями, в ходе которого значение 0,8 присваивалось той почвенной характеристике, которая в локальных условиях представляет наибольший риск для продуктивности виноградных насаждений. В обратном случае присваивалось значение 1,2, а при равнозначности критериев — 1. Весовой коэффициент параметра рассчитывался как отношение индивидуального показателя важности к суммарному показателю важности всех критериев.

Таблица 4. Матрица парного сравнения критериев

	K1		K2		K3		K4		K5		K6		K7		K8		Σ	Σ	w	w
	Σ	Σ	w	w	Σ	Σ	w	w	Σ	Σ	w	w	Σ	Σ	w	w	Σ	Σ	w	w
K1	1,0	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	7,4	9,0	0,116	0,141
	1,0	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	0,8	1,0	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	7,4	8,8	0,116	0,138
K2	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	6,6	9,0	0,103	0,141
	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	1,0	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	6,6	8,8	0,103	0,138
K3	0,8	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	7,0	9,0	0,109	0,141
	0,8	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	7,0	8,8	0,109	0,138
K4	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,0	1,0	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	9,4	6,6	0,147	0,103
	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	9,4	8,8	0,147	0,138
K5	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	0,8	1,2	1,0	1,0	1,2	0,8	1,0	0,8	1,0	0,8	8,6	7,0	0,134	0,109
	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	7,8	7,8	0,122	0,122
K6	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	0,8	1,2	0,8	1,2	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0	8,0	7,8	0,125	0,122
	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	1,0	0,8	8,4	6,6	0,131	0,103
K7	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	0,8	1,2	1,0	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	8,6	7,8	0,134	0,122
	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	8,8	7,2	0,138	0,113
K8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	0,8	1,2	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	8,4	7,8	0,131	0,122
	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	8,6	7,2	0,134	0,113
Σ																	64	64	1	1
Σ																	64	64	1	1

Ключевые участки:

■ — п. Фруктовое, ■ — п. Береговой, ■ — ком. Domme, ■ — ком. Le Vignon

Критерии:

K1 — содержание активной извести, %; K2 — ИРС, ед.; K3 — валовое содержание карбонатов, %; K4 — рН, ед.;

K5 — содержание фракции < 0,01 мм, %; K6 — содержание фракции > 3 мм, %;

K7 — плотность сложения, г/см<sup>3</sup>, K8 — плотный остаток, %

Примечание:

w — вес критерия

### 5.3 Апробация метода на ключевых участках исследования

Интегральная оценка почвенных условий ключевых участков была проведена по двум направлениям: оценка поверхностных объединенных проб, отобранных из интервала 0–0,2 м и по всему почвенному профилю (рисунок 3). Проведение оценки поверхностных проб обосновано производственным опытом, так как на преддоговорной стадии купли-продажи земельного участка землепользователи регулярно не позволяют проводить полноценные почвенные исследования, ограничивая покупателя возможностью отбора проб исключительно из поверхностных горизонтов.

Сравнение результатов интегральной оценки объединенных проб, отобранных из поверхностного интервала 0–20 см, представленное на рисунке 3, показывает, что наилучшими почвенными условиями из исследуемых ключевых участков характеризуется п. Береговой, где значение итогового балла составляет 0,84 единицы. Немногим меньшую оценку получил ключевой участок в коммуне Le Bignon с баллом 0,71, на что в большей степени повлиял гранулометрический состав, нормированное значение которого составило 0 баллов из-за минимального содержания фракции <0.01 мм. На третьем месте располагается п. Фруктовое, где для двух объединенных проб Фруктовое\_1 и Фруктовое\_2 значения баллов составили 0,65 и 0,66 соответственно. Почвенные условия данного участка характеризуется очень высоким уровнем хлорозоопасности, что отражается в низком вкладе в итоговую оценку показателей, характеризующих карбонатное состояние. Наихудшие почвенные условия были выявлены в коммуне Domme (балл 0,63), где лимитирующим фактором также является карбонатное состояние.

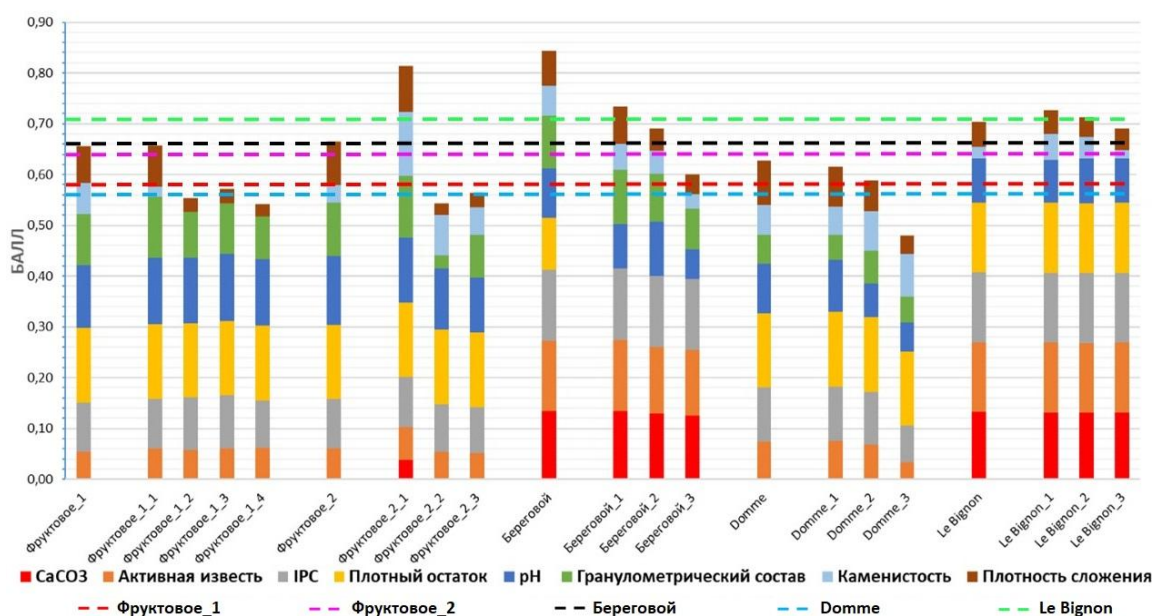


Рисунок 3. Результаты интегральной оценки почвенных условий ключевых участков



Таким образом, по итогам ранжирования от наилучших условий к наихудшим, ключевые участки располагаются в следующей последовательности: п. Береговой (балл 0,84), ком. Le Vignon (балл 0,70), п. Фруктовое (баллы 0,66 и 0,65), ком. Domme (балл 0,63).

Результаты свертывания информации о почвенных характеристиках, проведенного по всему почвенному профилю, корректируют ранжированную шкалу почвенных условий ключевых участков. При усреднении значений баллов, которые получили почвенные горизонты, ранжированная шкала от наилучших условий к наихудшим выглядит следующим образом: ком. Le Vignon (балл 0,71), п. Береговой (балл 0,67), Фруктовое (баллы 0,64 и 0,58), ком. Domme (балл 0,56).

Несмотря на нулевой вклад параметра гранулометрического состава, почвы Brunisols ключевого участка в коммуне Le Vignon, являются наиболее приоритетными для закладки виноградных насаждений из-за компенсирующего вклада других рассматриваемых параметров.

#### 5.4 Интегральная оценка ключевых участков параметрическими методами

Интегральная оценка ключевых участков осуществлялась не только с помощью предложенного в данной работе подхода к свертыванию информации о почвенном компоненте терруара, но и с помощью некоторых других параметрических методов, а именно индексов Storie Index Rating, Productivity Index и ПЭИ (таблица 5).

Их выбор обусловлен тем, что они в той или иной степени учитывают приоритетные для продуктивности винограда почвенные характеристики. Например, в методику Storie Index Rating заложены критерии каменистости, гранулометрического состава и щелочности почвы. Productivity Index помимо уже перечисленных для Storie Index Rating критериев дополнительно учитывает степень засоления, а ПЭИ — плотность сложения при разном механическом составе (Аверьянов и др., 2021).

В таблице 6 представлено соотношение ранжированных рядов ключевых участков по результатам проведенной интегральной оценки: от наилучших условий к наихудшим. Распределения даны как относительно поверхностных проб, так и для усредненной полнопрофильной оценки.

Совокупное рассмотрение результатов интегральной оценки, проведенной с использованием параметрических методов Storie Index Rating, Productivity Index, ПЭИ и предложенного в работе индекса почвенного компонента винодельческого терруара, наглядно демонстрирует, что при отличающемся наборе учитываемых критериев корректируются ранжированные ряды качества земельных участков, вследствие чего актуализируется разработка индивидуальных локально-ориентированных индексов для конкретного направления производства, которым аспекте исследования является виноградарство и виноделие.

Также, не меньшую роль в распределении результатов интегральной оценки ключевых участков играет характер исследования: только верхней гумусированной толще или по всему профилю. Только в случае использования Productivity Index один ключевой участок – п. Береговой – получил наивысшую оценку при двух типах пробоотбора. На такой результат оказал наибольшее влияние учет элементов минерального питания в почве. Запасам элементов питания был присвоен одинаковый балл как в поверхностной пробе, так и в профиле, при этом среди всех исследуемых участков запасы макроэлементов п. Береговой были наибольшими. Тем не менее, критерий содержания макроэлементов не является приоритетным в контексте проводимой оценки, так как по сравнению с другими критериями наиболее легко корректируем посредством внесения минеральных удобрений.

**Таблица 5.** Расчет значений индексов для ключевых участков

Ключевой участок	Наименование почвы	Глубина, см	Storie Index Rating		Productivity Index		ПЭИ	Индекс терруара
			Балл	Качество	Балл	Качество	Балл	Балл
Фруктовое_1	Агрозем структурно-метаморфический турбированный карбонатный	0–20*	<b>16,54</b>	<b>Very poor</b>	<b>8,51</b>	<b>Poor</b>	<b>53,20</b>	<b>0,66</b>
		0–30	39,67	Poor	4,79	Extremely poor to nil	41,50	0,66
		30–65	23,03	Poor	4,79	Extremely poor to nil	42,19	0,55
		65–90	23,03	Poor	4,79	Extremely poor to nil	41,82	0,57
		90–100	23,03	Poor	4,79	Extremely poor to nil	39,80	0,54
Фруктовое_2	Агрозем структурно-метаморфический карбонатный	0–20*	<b>28,48</b>	<b>Poor</b>	<b>5,32</b>	<b>Extremely poor to nil</b>	<b>59,60</b>	<b>0,66</b>
		0–35	14,18	Very poor	10,64	Poor	42,07	0,81
		35–75	14,18	Very poor	9,58	Poor	46,82	0,54
		75–100	7,09	Nonagricultural	9,04	Poor	45,89	0,56
Береговой	Агрочернозем	0–20*	<b>9,21</b>	<b>Nonagricultural</b>	<b>30,87</b>	<b>Average</b>	<b>36,61</b>	<b>0,84</b>
		0–35	31,74	Poor	30,87	Average	60,36	0,73
		35–70	31,74	Poor	29,16	Average	36,01	0,69
		70–100	9,21	Nonagricultural	29,16	Average	33,38	0,6
Domme	Calcosols	0–20*	<b>10,34</b>	<b>Very poor</b>	<b>0,53</b>	<b>Extremely poor to nil</b>	<b>59,49</b>	<b>0,63</b>
		0–40	10,34	Very poor	0,53	Extremely poor to nil	79,76	0,62
		40–70	10,34	Very poor	0,48	Extremely poor to nil	79,76	0,59
		70–100	10,34	Very poor	0,57	Extremely poor to nil	81,53	0,48
Le Bignon	Brunisols	0–20*	<b>14,36</b>	<b>Very poor</b>	<b>1,02</b>	<b>Extremely poor to nil</b>	<b>64,77</b>	<b>0,7</b>
		0–15	14,36	Very poor	1,02	Extremely poor to nil	72,60	0,73
		15–60	34,45	Poor	1,63	Extremely poor to nil	72,60	0,71
		60–100	34,45	Poor	1,54	Extremely poor to nil	66,00	0,69

\*0–20 — объединенная проба из пяти точечных образцов, отобранных методом конверта из слоя 0–20 см

**Таблица 6.** Соотношение значений интегральной оценки, проведенной различными параметрическими методами для ключевых участков исследования

Storie Index Rating				Productivity Index			
Поверхностные пробы		Разрез		Поверхностные пробы		Разрез	
Участок	Балл	Участок	Балл	Участок	Балл	Участок	Балл
Фруктовое_2	28,48	Le Bignon	27,75	Береговой	30,87	Береговой	29,73
Фруктовое_1	16,54	Фруктовое_1	27,19	Фруктовое_1	8,51	Фруктовое_2	9,75
Le Bignon	14,36	Береговой	24,23	Фруктовое_2	5,32	Фруктовое_1	4,79
Domme	10,34	Фруктовое_2	22,81	Le Bignon	0,53	Le Bignon	1,4
Береговой	9,21	Domme	10,34	Domme	0,53	Domme	0,53
ПЭИ				Индекс терруара			
Поверхностные пробы		Разрез		Поверхностные пробы		Разрез	
Участок	Балл	Участок	Балл	Участок	Балл	Участок	Балл
Le Bignon	64,77	Domme	80,35	Береговой	0,84	Le Bignon	0,71
Фруктовое_2	59,6	Le Bignon	70,4	Le Bignon	0,7	Береговой	0,67
Domme	59,49	Фруктовое_2	44,93	Фруктовое_2	0,66	Фруктовое_2	0,63
Фруктовое_1	53,2	Береговой	43,25	Фруктовое_1	0,65	Фруктовое_1	0,58
Береговой	36,61	Фруктовое_1	41,33	Domme	0,63	Domme	0,56

Таким образом, можно сделать вывод, что для сопровождения преддоговорных стадий сделок купли-продажи земельных участков для закладки виноградных насаждений в части сравнения почвенных условий рассматриваемых участков с другими компонентами терруара, их стоимостью, логистической доступностью, туристической привлекательностью, нерелевантным является использование существующих в научно-производственной практике параметрических методов оценки, так как совокупности рассматриваемых ими критериев не в полной мере соответствуют тому набору характеристик, которые обладают наибольшей значимостью для продуктивности виноградных насаждений.

Не менее важным является унифицированность вклада каждого фактора, рассматриваемого при использовании методов Storie Index Rating, Productivity Index, ПЭИ, в связи с чем не учитывается контрастность физико-географических условий, а также влияние ландшафтной и аэроландшафтной неоднородности на функционирование системы «почва–подвой–привой». В предложенном нами подходе к свертыванию информации о почвенном компоненте терруара данное несоответствие исключено посредством включения стадии индивидуального расчета весовых коэффициентов для каждого земельного участка, вследствие чего учитывается роль каждого оцениваемого параметра, которая основывается на обработке результатов аналитических исследований и ее экспертном сопровождении.

## 7. Выводы

1) По результатам рассмотрения факторов, лимитирующих рост и развитие подвоев, был сформирован достаточный набор критериев, которые необходимо использовать при оценке почвенных условий на предпроектной стадии закладки виноградных насаждений. Этими критериями стали гранулометрический состав, каменистость, опасность возникновения известкового хлороза, степень засоления и плотность сложения почвы.

2) Определив терруар как сложную систему, включающую совокупность взаимосвязанных компонентов, была проведена процедура свертывания информации об одном из ее интегральных уровней — почвенных условий, а также определены локально-ориентированные весовые коэффициенты, отражающие степень вклада каждого из оцениваемых критериев;

3) Составленный в работе интегральный показатель, выраженный в баллах, был применен на ключевых участках для выявления наиболее пригодного, а, значит, экономически выгодного из них для возделывания винограда. Выявлены различия в результатах оценки, проведенной для поверхностных горизонтов почвы и по полному профилю.

## 8. Заключение

Выбор земельного участка является одной из первых и наиболее важных стадий на траектории реализации проекта виноградника. Принятие конечного решения на данном этапе определяется множеством факторов, среди которых выделяются стоимость земельного участка, его логистические параметры, туристическая привлекательность, а главное — пригодность участка для возделывания винограда, определяемая совокупностью почвенных, климатических, орографических условий, которые в производственной практике виноградарства и виноделия объединены в понятие «терруар».

Применение представленного в работе подхода к свертыванию информации о почвенном компоненте винодельческого терруара и локально ориентированному определению вклада индивидуальных параметров, позволило интегрально оценить почвенные условия земельных участков, планируемых для закладки виноградников и находящихся в свойственных для промышленной культуры винограда контрастных физико-географических условиях.

По результатам интегральной оценки почвенных условий, которые впоследствии могут быть сопоставлены с другими факторами винодельческого терруара, а также финансовыми, логистическими и туристическими показателями, наиболее высокий балл был присвоен ключевому участку в коммуне Le Bignon.

Представленный в данной работе подход к интегральной оценке почвенного компонента терруара был внедрен в деятельность малого инновационного предприятия ООО «Терруар Концепт СПбГУ» (приложение 1) и использовался при сопровождении преддоговорной работы по выбору земельных участков для закладки виноградных насаждений в Республике Крым, а также находится в процессе интеграции в архитектуру веб-сервиса поиска перспективных земель для выращивания винограда Terroir Evaluation.

Список работ, опубликованных по теме ВКР:

Аверьянов А.А., Агаджанова Н.В., Андросова Е.Д., Афонина О.А. Параметризация и интегральная оценка терруара участков винодельческого хозяйства на Таманском полуострове. Грунтоведение, выпуск 2, 2021, С 22–30.

Аверьянов А.А., Андросова Е.Д., Русаков А.В. Винодельческий терруар — ориентир при выборе подвоев и направления производства. Материалы VI конференции молодых ученых «Почвоведение: Горизонты будущего» Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2022, С. 20–21;

Аверьянов А.А., Багрова С.М., Шишкин М.В., Андросова Е.Д. Terroir Evaluation – веб-сервис поиска перспективных земель для выращивания винограда. Материалы Международной научной конференции XXVI Докучаевские молодежные чтения «Матрица почвоведения», 2023, С. 6–7

## 9. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Alireza Rahemi, Jean C. Dodson Peterson, Karl True Lund // *Grape Rootstocks and Related Species*, 2022, 212 p.
2. Baize D., Girard M. C. *Référentiel pédologique 2008*. – Editions Quae, 2009.
3. Belda I. et al. From vineyard soil to wine fermentation: microbiome approximations to explain the “terroir” concept // *Frontiers in Microbiology*. – 2017. – Т. 8. – С. 821.
4. Cornelis Van Leeuwen and Gerard Seguin .The Concept of Terroir in Viticulture. *Journal of Wine Research*, 2006, Vol. 17, No. 1, pp. 1–10
5. De la Rosa, D. (2005). Soil quality evaluation and monitoring based on land evaluation. *Land Degradation & Development*, 16, 551–559.
6. Guide des Vignobles Rhône Méditerranée, <https://fliphtml5.com/bdgl/yjfp/basic>.
7. Riquier J., Luis Brama D., Corne J. P. A new system of soil appraisal in terms of actual and potential productivity. *FAO Soil Resources, Development and Conservation Service, Land and Water Development Division, FAO, Rome, 1980. 38 p.*
8. Storie R. Storie index soil rating. Oakland: University of California Division of Agricultural Sciences Special Publication 3203. 1978. 4 p
9. Storie, R. An index for rating the agricultural values of soils. *Bulletin Berkeley: California Agricultural Experiment Station*, 1933. 44 p.
10. Sys C., Van Ranst E., Debaveye J. Land Evaluation. Part 1. Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations. International Training Centre for Postgraduate Soil Scientists, University Ghent, 1991
11. Velasquez E., Lavelle P. et Andrade M. GIQS: a multifunctional indicator of soil quality // *Soil Biol. Bio chem.*, 2007. V. 39. P. 3066–3080.
12. Zouaouid M. Contribution à l'étude sédimentologique et minéralogique des Alluvions de l'Oued Tamanart nord Est Algérie (Wilaya de Skikda : дис.
13. Аверьянов А.А., Агаджанова Н.В., Андросова Е.Д., Афолина О.А. Параметризация и интегральная оценка терруара участков винодельческого хозяйства на Таманском полуострове. *Грунтоведение*, выпуск 2, 2021, С 22–30.
14. Авидзба А. М. и др. Проблемы развития виноделия с географическим статусом в Крыму и пути их решения // *Магарач. Виноградарство и виноделие*. – 2016. – №. 1. – С. 25-30.



15. Арестова Н. О., Рябчун И. О. Филлоксера винограда //Защита и карантин растений. – 2017. – №. 2. – С. 34-36.
16. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв: учебное пособие. – МГУ, 1970.
17. Вальков В. Ф., Денисова Т. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Кузнецов Р. В. Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. 416 с.
18. Вальков В.Ф. Справочник по оценке почв / В.Ф. Вальков и др. – Майкоп: Изд-во ГУРИПП Адыгея, 2004. – 236 с.
19. Гаценко М. В., Жане С. Р. Этапы становления и развития виноделия в мире. Социально-гуманитарный вестник. – 2020. – С. 92-95.
20. Дмитриев В.В. Определение интегрального показателя состояния природного объекта как сложной системы//Там же. Общество. Среда. Развитие. 2009. № 4 (12). С. 146-165.
21. Жуков А. И. Привитая культура винограда. – 1989.
22. Заворохина Н. В., Ковригина Е. Ю. Понятие терруара в развитии агропромышленного комплекса винодельческого региона //Наука и бизнес: условия взаимодействия индустриального партнерства. – 2017. – С. 103-106.
23. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях/А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – 1989.
24. Карманов И. И., Булгаков Д. С. Методика почвенно-агроклиматической оценки пахотных земель для кадастра. М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2012. 123 с.
25. Карманов И. И., Фриев Т. А. Бонитировка почв на основе почвенно-экологических показателей // Почвоведение. 1982. №5. С. 13–21
26. Классификация и диагностика почв России, Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., 2004.
27. Кочкин М. А. и др. Основы рационального использования почвенно-климатических условий в земледелии //М.: Колос. – 1972.
28. Крейер К. Г. и др. Практикум по агрохимическому анализу почв СПб. – 2005.
29. Кулешов А. С., Кулян Р. В. Субтропическое и декоративное садоводство //субтропическое и декоративное садоводство Учредители: ФИЦ" Субтропический научный центр российской академии наук". – №. 78. – С. 89-99. Глава 4. Технология возделывания и методы размножения, 2021

30. Кухарский М.С., Михалаке И.Н. Технология возделывания винограда Кишинёв: изд-во Картя Молдовеняскэ, 1985. - 309 с.
31. Параметризация и интегральная оценка терруара участков винодельческого хозяйства на Таманском полуострове, 2021 г. А. А.Аверьянов, Н. В.Агаджанова, Е. Д.Андросова, А. В.Русаков
32. Перова Л. И., Лукьянов А. А., Денисова Т. А. Известковый хлороз винограда, его предупреждение и лечение //О 11 Инновационные технологии и тенденции в развитии и фор-мировании современного виноградарства и виноделия. Материалы. – 2013. – С. 170.
33. Растворова О. Г., Андреев Д. П., Гагарина Э. И., Касаткина Г. А., Федорова Н. Н. Химический анализ почв: Учеб.пособие. СПб.:Изд-во С.-Петербургского университета. 1995. 264 с.
34. Спиридонов С. Б., Булатова И. Г., Постников В. М. Анализ подходов к выбору весовых коэффициентов критериев методом парного сравнения критериев //Вестник евразийской науки. – 2017. – Т. 9. – №. 6 (43). – С. 13.
35. Стоев К. Физиология винограда и основы его возделывания. – Рипол Классик, 1981.
36. Ширшова, А.А. Химический состав виноградных вин в зависимости от места произрастания винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России, 2015. – No 32(02). – С. 1–9.
37. Шишов Л. Л., Дурманов Д. Н., Карманов И. И., Ефремов В. В. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв Москва: Агро промиздат, 1991. 305 с.
38. Яхонтов А. Ф., Скворцов А. Ф., Драган М. А. Оценка пригодности почв под виноградники: Методические рекомендации //Симферополь:«Укргипросад», ВНИИВ и продуктов его переработки «Магарач», УкрНИИВиВ им. ВЕ Таирова.–1990. – 1990.

## Приложение 1



Общество с ограниченной ответственностью  
«Терруар Концепт СПбГУ»

198261, г. Санкт-Петербург, вн.тер.г. Муниципальный Округ Улянка,  
пр-кт Маршала Жукова, д. 60, к. 1, литера В, помещение 6-Н, ч/п 8  
ИНН 7805801408, КПП 780501001, ОГРН 1227800168463

р/с 40702810932320006952 в Филиале "Санкт-Петербургский" АО "Альфа-Банк",  
к/с 30101810600000000786, БИК 044030786

info@terroirconcept.com, тел +7 (921) 442-79-94

*О внедрении результатов выпускной  
квалификационной работы студентки  
бакалавриата Андросовой Евгении  
Дмитриевны «Интегральная оценка терруара  
как инструмент бонитировки почв  
виноградников»*

СПРАВКА от 20.05.2023

Настоящей справкой подтверждается, что предложенный Андросовой Евгенией Дмитриевной подход к интегральной оценке почвенных условий виноградников был внедрен в деятельность малого инновационного предприятия ООО «Терруар Концепт СПбГУ» и использовался при сопровождении преддоговорной работы по выбору земельных участков для закладки виноградных насаждений в Республике Крым, а также находится в процессе интеграции в архитектуру веб-сервиса поиска перспективных земель для выращивания винограда Terroir Evaluation.

Генеральный директор  
ООО «Терруар Концепт СПбГУ»



Аверьянов А.А.