

Information about authors

1. **Dmitriev Yuri Petrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Information Technologies, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29; e-mail: yura.dmitriev.51@mail.ru, tel. 89093031554;

2. **Korotkov Anatoly Vasilievich**, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Scientific and Practical Center for Hop Growing Research, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29; e-mail: tolya.korotkov.62@mail.ru, tel. 89279976353,

3. **Dmitrieva Olga Yurievna**, Candidate of Economic Sciences, Lecturer, Cheboksary College of Economics and Technology, 428020 Chuvash Republic, Cheboksary, Lenin Pr., 61; e-mail: 14102010olga@mail.ru, tel. 89063858759,

4. **Grigoriev Valery Grigorievich**, Veteran of the agro-industrial complex, Union of veterans of agro-industrial complex of the Chuvash Republic, 428004, Chuvash Republic, Cheboksary, Presidentskiy Boulevard, 17; e-mail: mcx@cap.ru, tel. 89033576124.

УДК 631.61

DOI: 10.17022/F6JW-5F65

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИЕМОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛЯ

М. Г. Дойкин, В. С. Никитин, М. П. Смирнов
Чувашский государственный аграрный университет
 428003, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. Выравненность полей является одним из основных факторов, влияющих на увеличение производительности труда и урожайности конечной продукции, расход воды на полив, например, овощных культур и риса, а также на снижение ветровой и водной эрозии почвы. Согласно агротехническим требованиям, после выравнивания поверхности поля, или шлейфования, высота гребней и глубина впадин должна составлять не более 2 см. При этом не менее важна глубина понижений на длине гона поля. Это значение должно быть менее 3 см. В период СССР таких показателей достигали с помощью операции шлейфования. Она заключалась в том, что с трактором агрегатировалась сцепка, к которой с помощью цепей присоединяли двух- или трехметровые куски швеллера или двутавра. Задача последних состояла в том, что при движении машинно-тракторного агрегата перед швеллером срезался вал мелкокодсперной почвы, который впоследствии распределялся по впадинам, бороздам и пониженным участкам. Перемещение агрегата по полю осуществлялось в круговом направлении.

Развитие сельскохозяйственной техники и орудий, агротехнических приемов земледелия привело к появлению технологии планирования поверхности полей. Она заключается в перемещении поверхностных слоев грунта с возвышенных участков на пониженные с помощью специально разработанных для этого орудий – скреперов-планировщиков. Эффективность таких орудий гораздо выше, чем применяемых ранее сцепок с кусками швеллеров. Внедрение такой технологии в земледелии позволяет достичь равномерных и дружных всходов посадочного материала, обеспечить равный доступ растений к солнечному свету, воде в период орошения, а также исключить застой воды на заниженных участках поля.

Ключевые слова: поверхность поля, скрепер, выравнивание, повышение урожайности, плодородный слой.

Введение. Известно, что планировка поверхности земельных участков осуществляется с целью выравнивания поверхности почвы, а также создания нужного уклона на склонах [3], [4], [6]. Наибольшее распространение планировка участков получила в строительной отрасли: при строительстве автомобильных и железных дорог, выравнивании участков под закладку будущих многоэтажных построек и пр. Отметим, что в последнее десятилетие наблюдается тенденция внедрения приемов планировки поверхности полей в традиционные технологии земледелия. Бесспорным лидером внедрения планирования полей в сельском хозяйстве являются США. С недавних пор технология получила широкое распространение в РФ и странах СНГ.

В качестве орудий для осуществления данной операции служат бульдозеры, грейдеры, скреперы-планировщики [3], [4], [5], [6], [7]. Последние получили наибольшее распространение, так как агрегируются с тракторами, уже имеющимися в машинно-тракторных парках хозяйств.

Материалы и методы исследований. Согласно исследованиям, наиболее эффективно применение планировки полей в богарном и орошаемом земледелии. Особенно нуждаются в идеальном выровненном участке поля фермерские хозяйства, занимающиеся выращиванием риса. Связано это с тем, что одним из агротехнических требований при подготовке поля под указанную культуру является соблюдение строгой горизонтали в рисовом чеке для обеспечения равномерного распределения слоя воды [6], [7].

Еще одним направлением сельскохозяйственного производства, которое нуждается в идеально выровненных участках полей, является овощеводство, так как урожайность ее конечной продукции напрямую связана с качеством орошения.

Технология планирования поверхности поля заключается в перемещении слоев почвы с возвышенных участков на пониженные с последующим равномерным распределением. При этом важно учитывать топографические особенности выравниваемого участка. Так, например, участки с небольшим уклоном выравнивают, как правило, под единую плоскость. Участки же с большим уклоном приводят к наклонной топографической поверхности.

При этом достигается равномерное увлажнение верхнего прикорневого слоя почвы, минимизируется застаивание воды в ложбинах, обеспечивается равномерная спелость почвы в ранневесенний период, что делает возможным осуществлять начало посевных и посадочных работ в более ранние сроки, также улучшаются тепловой и воздушный балансы обрабатываемого слоя почвы, повышается общая производительность применяемых сельскохозяйственных агрегатов. Все перечисленные факторы приводят к повышению урожайности конечной продукции.

Результаты исследования и их обсуждение. В сельскохозяйственном земледелии принято различать строительную, эксплуатационную и ремонтную планировки полей.

Как правило, на землях, подвергаемым осушению или же иным мелиоративным операциям, применяется строительная планировка. Она заключается в том, что срезается и перемещается от 50 до 100 % верхнего плодородного слоя почвы на всем участке. Существует ряд методов строительной планировки: создание буртов (буртование), чередование планируемых полос, маячно-полосовой метод, а также кулисный по планируемым полосам. Следует отметить, что для осуществления строительной планировки поверхности вновь вводимых в сельскохозяйственный оборот полей требуется большое количество специфических орудий: плантажные плуги, скреперы-планировщики разной ширины захвата и базы и пр. [2], [3], [4].

Эксплуатационная планировка поверхности полей сельскохозяйственного назначения предполагает ее применение с периодичностью один раз в 2-3 года. Осуществляется она непосредственно перед посевом. В качестве орудий применяются скреперы-планировщики с длинной базой. Суть данного вида планировки заключается в ликвидации небольших впадин и возвышений, образующихся после глубокой вспашки (свальные гребни, развальные борозды) или же на склоновых участках в весенний период в результате размыва их тальми водами. Подразумевается, что перед данной операцией поверхность поля должна быть разрыхлена на глубину минимум в 10 см, что позволяет выровнять участок за 1-2 прохода планировщика [1], [2], [3].

Ремонтная планировка применяется на участках полей со слабой несущей способностью или же с легко деформирующейся поверхностью. К таким относятся, например, болотистые участки или те поля, на которых зафиксирован высокий уровень подъема грунтовых вод. Отметим, что объем перемещаемого грунта при ремонтной планировке поля составляет около 200-300 м³/га.

Наиболее распространенными орудиями, применяемыми для выравнивания поверхности поля, являются скреперы-планировщики (рисунок 1).



Рис. 1. Внешний вид скрепера-планировщика: 1 – боковая стенка; 2 – рама; 3 – мост; 4 – колеса; 5 – рыхлитель; 6 – лезвие ножа; 7 – гидроцилиндр; 8 – сница; 9 – опорная стойка; 10 – телескопическая мачта; 11 – лазер (или GPS-приемник); 12 – лестница.

Чаще всего они представляют собой прицепной скрепер, который срезает верхние слои почвы, перемещая ее и выгружая на низменных участках. Контроль перепадов высот осуществляется с помощью лазерной или GPS системы, которая подпитывается от трактора [8], [9], [10], [11]. Отметим, что датчики системы позиционирования современных скреперов позволяют контролировать участок обрабатываемого поля радиусом до 3 км вокруг трактора. При первом проходе агрегата электронный блок управления системы записывает данные высот в память для того, чтобы определить участки возвышений, с которых в последующем будет срезаться слой, и понижений, в которые затем перемещается срезанная почва. Начало срезания почвы лезвием ножа 6, а также глубина срезания контролируются автоматически системой, управляющей

гидроцилиндрами 7 скрепера. Выгрузка почвы также происходит автоматически [4], [5], [8]. Таким образом, в задачу тракториста входит лишь управление трактором и контроль за движением в круговом направлении по участку поля [3], [4], [6].

Согласно исследованиям, наиболее оптимальными при планировании поверхности полей являются значения влажности почвы в 65-70 %, так как при меньшей влажности перенос верхнего сухого слоя может привести к появлению ветровой эрозии, а при более высокой влажности возрастает риск уплотнения поверхностного слоя весом машинно-тракторного агрегата [1], [4].

Выводы. Проведенный нами анализ технологии планирования поверхности поля показал, что ее внедрение в земледелии позволит повысить урожайность возделываемых культур за счет равномерных и дружных всходов, оптимального и равномерного распределения влаги по площади участка, избавит от застаивания воды в ложбинах, а в последующем и от засаливания поверхностных слоев почвы.

Литература

1. Егоров, В. П. Методика определения потенциала эрозионной стойкости мерзлых и оттаивающих серых лесных почв в полевых условиях / В. П. Егоров, Е. П. Алексеев, М. П. Смирнов // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 2019. – С. 86-89.
2. Егоров, В. П. Корпус плуга для основной обработки почвы с рыхлением подпахотного слоя / В. П. Егоров, П. А. Смирнов, Е. П. Алексеев // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 2019. – С. 487-492.
3. Максимов, И. И. Практикум по сельскохозяйственным машинам / И. И. Максимов. – СПб.: Издательство "Лань", 2015. – 416 с.
4. Машины для земляных и строительно-монтажных работ / Р. А. Янсон, А. Б. Агапов, А. А. Демин, Е. В. Кошкарев. – М.: Изд-во АСВ, 2012. – 358 с.
5. Раннев, А. В. Устройство и эксплуатация дорожно-строительных машин / А. В. Раннев, М. Д. Полосин. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 488 с.
6. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь / под ред. В. К. Месяца. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – 656 с.
7. Смирнов, П. А. Дифференциальный севооборот для сельскохозяйственного мелкотоварного производства / П. А. Смирнов, А. Г. Ложкин, М. П. Смирнов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – №2 (9). – С.91-101.
8. Планировщик поверхности полей Rossetto. – Текст: электронный // Souzbelagro.ru. – URL: <https://souzbelagro.ru/planirovshchik-pochvy-poley-rossetto> (дата обращения 01.10.2020).
9. Скреперы HOLCOMB. Электронный каталог. – Текст: электронный // Exkavator.ru. – URL: <https://exkavator.ru/excapedia/technic/type/skreperi> (дата обращения 01.10.2020).
10. Срезчик-планировщик СП-4,2. – Текст: электронный // Agroserver.ru. – URL: <https://agroserver.ru/b/srezchik-planirovshhik-pochvy-sp-4-2-682656.htm> (дата обращения 01.10.2020).
11. Универсальный скрепер-планировщик УСП-4,2. – Текст: электронный // Icluch.ru. – URL: <http://icluch.ru/production> (дата обращения 01.10.2020).

Сведения об авторах

1. **Дойкин Максим Григорьевич**, магистрант кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; тел. 89196780501;
2. **Никитин Вадим Сергеевич**, аспирант, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; тел. 89373998052;
3. **Смирнов Михаил Петрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин и оборудования, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: sttmo@yandex.ru; тел. 89278522378.

ANALYSIS OF TECHNOLOGY AND METHODS FOR PLANNING THE SURFACE OF THE FIELD

M. G. Doikin, V. S. Nikitin, M. P. Smirnov

Chuvash State Agrarian University
428003, Cheboksary, Russian Federation

Abstract. The evenness of fields is one of the main factors affecting the increase in labor productivity and productivity of the final product, water consumption for irrigation, for example, vegetables and rice, as well as to reduce wind and water erosion of the soil. According to agrotechnical requirements, after leveling the surface of the field, or trailing, the height of the ridges and the depth of the depressions should be no more than 2 cm. In this case, the depth of depressions along the length of the field rut is equally important. This value should be less than 3 cm. During the period of the USSR, such indicators were achieved using a looping operation. It consisted in the fact that a hitch was aggregated with the tractor, to which two- or three-meter pieces of a channel or I-beam were attached with the help of chains. The task of the latter was that when the machine-tractor unit moved in front of the channel, a shaft of finely dispersed soil was raked up, which was subsequently distributed over depressions, furrows and lowered areas. The movement of the unit across the field was carried out in a circular direction.

The development of agricultural machinery and tools, agrotechnical methods of farming led to the emergence of technology for planning the surface of fields. It consists in moving the surface layers of soil from elevated areas to lower ones using specially designed tools - scraper-leveling tools. The effectiveness of such tools is much higher than that of the previously used couplings with pieces of channel bars. The introduction of this technology in agriculture makes it possible to achieve uniform and friendly emergence of planting material, to ensure equal access of plants to sunlight, water during the irrigation period, and also to exclude stagnation of water in low areas of the field.

Key words: field surface, scraper, evenness, yield increase, fertile layer.

References

1. Yegorov V.P. Metodika opredeleniya potentsiala erozionnoy stoykosti merzlykh i ottaivayushchikh serykh lesnykh pochv v polevykh usloviyakh / V.P. Yegorov, Ye.P. Alekseyev, M.P. Smirnov // Perspektivy razvitiya mekhanizatsii, elektrifikatsii i avtomatizatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Cheboksary: FGBOU VO Chuvashskaya GSKHA, 2019. – S. 86-89.
2. Yegorov V.P. Korpus pluga dlya osnovnoy obrabotki pochvy s rykhleniyem podpakhotnogo sloya / V.P. Yegorov, P.A. Smirnov, Ye.P. Alekseyev // Nauchno-obrazovatel'nyye i prikladnyye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii: sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Cheboksary: FGBOU VO Chuvashskaya GSKHA, 2019. – S. 487-492.
3. Maksimov I.I. Praktikum po sel'skokhozyaystvennym mashinam: Uchebnoye posobiye. – SPb.: Izdatel'stvo "Lan", 2015. – 416 s.
4. Mashiny dlya zemlyanykh i stroitel'no-montazhnykh rabot: ucheb. Posobiye / R.A. Yanson, A.B. Agapov, A.A. Demin, Ye.V. Koshkarev. – M.: Izd-vo ASV, 2012. – 358 s.
5. Rannev A.V. Ustroystvo i ekspluatatsiya dorozhno-stroitel'nykh mashin: uchebnik dlya nach. prof. obrazovaniya / A.V. Rannev, M.D. Polosin. – M.: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2010. – 488 s.
6. Sel'skokhozyaystvennyy entsiklopedicheskiy slovar'. Pod red. Mesyatsa V.K. – M.: Sovetskaya entsiklopediya. 1989. – 656 s.
7. Smirnov P.A. Differentsial'nyy sevooborot dlya sel'skokhozyaystvennogo melkotovarnogo proizvodstva / P.A. Smirnov, A.G. Lozhkin, M.P. Smirnov // Vestnik Chuvashskoy GSKHA, – №2(9), 2019. – S.91-101.
8. Planirovshchik poverkhnosti poley Rossetto. Rezhim dostupa: <https://souzbelagro.ru/planirovshchik-pochvy-poley-rossetto>.
9. Skrepery HOLCOMB. Elektronnyy katalog. Rezhim dostupa: <https://exkavator.ru/excapedia/technic/type/skreperi>.
10. Srezchik-planirovshchik SP-4,2. Rezhim dostupa: <https://agroservers.ru/b/srezchik-planirovshchik-pochvy-sp-4-2-682656.htm>.
11. Universal'nyy skreper-planirovshchik USP-4,2. Rezhim dostupa: <http://icluch.ru/production>.

Information about the authors

1. **Doikin Maxim Grigorievich**, Master- student of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29; tel. 89196780501;

2. **Nikitin Vadim Sergeevich**, Master- student of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29; tel. 89373998052.

3. *Smirnov Mikhail Petrovich*, candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29; e-mail: sttmo@yandex.ru; tel. 89278522378.

УДК 631.6.02

DOI: 10.17022/xj3x-yp32

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЫХЛЕНИЯ ПОДПАХОТНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ ОДНОВРЕМЕННО С ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКОЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

В. П. Егоров, Н. Н. Пушкаренко, Е. П. Алексеев
Чувашский государственный аграрный университет
 428003, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. При возделывании пропашных сельскохозяйственных культур основной задачей является проведение основной обработки почвы с минимальными затратами средств на ее проведение с целью уменьшения себестоимости единицы продукции. Немаловажную роль при основной обработке почвы играет, во-первых, создание необходимого запаса влаги для получения высоких урожаев возделываемых пропашных культур. Если взять последние пять лет, то в течение трех лет в южных районах Чувашской Республики, где в основном занимаются возделыванием картофеля, ощущался недостаток влаги при его возделывании, что сказалось на его урожайности. Во-вторых, борьба с эрозийными процессами во время весеннего снеготаяния и при ливневых осадках. Известно, что в Чувашской Республике около 80 % земель сельскохозяйственного назначения расположены на склонах. Пашия, по проведенным исследованиям, является самым эрозийноопасным агрофоном. Поэтому при возделывании пропашных культур, предусматривающих использование основной обработки почвы, технологии обработки почвы должны быть почвозащитными. Для частичного решения вопросов, связанных с созданием необходимого запаса влаги при возделывании пропашных культур и борьбы с эрозийными процессами при их возделывании, нами предлагается проведение основной обработки почвы с использованием рыхлителей подпахотного слоя, установленных на корпусах плуга. Проведенные исследования с рыхлением подпахотного слоя почвы при ее основной обработке при возделывании картофеля в КСХП им. Ильича Ибресинского района Чувашской Республики позволили выявить существенную экономическую эффективность по сравнению с основной обработкой почвы без рыхления подпахотного слоя.

Ключевые слова: картофель, запас влаги, эрозия, рыхление подпахотного слоя почвы, экономическая эффективность.

Введение. При возделывании пропашных сельскохозяйственных культур основной задачей является проведение основной обработки почвы с минимальными затратами средств на ее проведение с целью уменьшения себестоимости единицы продукции. Немаловажную роль при основной обработке почвы играет, во-первых, создание необходимого запаса влаги для получения высоких урожаев возделываемых пропашных культур [4], [6], [7], [8], во-вторых, борьба с эрозийными процессами во время весеннего снеготаяния и при ливневых осадках [1], [2], [3], [5], [10].

Проведенные исследования с рыхлением подпахотного слоя почвы при ее основной обработке при возделывании картофеля позволили выявить существенную экономическую эффективность по сравнению с основной обработкой почвы без рыхления подпахотного слоя.

Материалы и методы исследований.

Процессы рыхления почвы, происходящие в агроэкосистеме в результате преобразования энергии, можно оценить через энергоёмкость \mathcal{E} , представляющую собой отношение совокупных энергозатрат на производство продукции E_p к урожайности U сельскохозяйственной культуры [9]:

$$\mathcal{E} = \frac{E_p}{U} \quad (1)$$

Производство сельскохозяйственной продукции требует применения различных видов сырья, материалов, машин и оборудования, здания и сооружения и т.д. Применяемые при этом ресурсы характеризуются отдельными значениями энергоёмкостями, которые могут быть выражены энергетическими эквивалентами производственных и трудовых затрат. Полные и совокупные энергозатраты E_p определяются суммированием энергозатрат на каждую технологическую операцию $\sum_{i=1}^n E_i$:

$$E_i = E_n + E_o + \frac{E_m + E_z + E_{жк}}{W}, \quad (2)$$

где E_n – прямые энергетические затраты, МДж/га; E_o – овеществленные энергозатраты на применяемые материалы, МДж/га; E_m – энергоёмкость используемых средств механизации, МДж/ч; E_z – энергоёмкость зданий, производственных помещений, МДж/ч; $E_{жк}$ – энергетический эквивалент затрат живого труда, МДж/ч; W – часовая производительность агрегата, га/ч.